

**PROPUESTA DE CONTENIDO PARA LA VIRTUALIZACIÓN DEL CURSO DE
GEOCIENCIAS, PROGRAMA DE GEOLOGÍA.**

ANA MARIA CONTRERAS VERA

MEDELLIN
UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE CIENCIAS – GEOLOGÍA
2017

**PROPUESTA DE CONTENIDO PARA LA VIRTUALIZACIÓN DEL CURSO DE
GEOCIENCIAS, PROGRAMA DE GEOLOGÍA.**

ANA MARIA CONTRERAS VERA

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de Geóloga

Asesores: José Fernando Duque y Andrés Cárdenas Rozo

MEDELLIN
UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE CIENCIAS – GEOLOGÍA
2017

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado 1

Jurado 2

Medellín, 12 de octubre del 2017

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mis padres, Eva Elena y Carlos, a mis asesores, José Duque y Andrés Cárdenas, y a Gloria Pérez de EAFIT Virtual.

Gracias por su apoyo, tiempo y ayuda.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	9
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo general	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
2. Marco Teórico	11
2.1 Ambientes virtuales	11
2.2 Variables que contribuyen a los logros de los estudiantes	12
2.3 Estrategias de enseñanza	13
2.4 Principios a partir de los cuales se definen los roles de los estudiantes y los profesores	14
2.5 Selección de unidades temáticas	15
3. Metodología	15
3.1 Metodología para la estructuración de la propuesta de virtualización	15
3.1.1 Revisión bibliográfica	16
3.1.2 Consulta con académicos y estudiantes	16
3.2 Metodología para la virtualización	16
3.2.1 Diseño de estructura del curso	17
3.2.1.1 Definición de temas y subtemas	17
3.2.1.2 Descripción de estrategias metodológicas y didácticas	17
3.2.1.3 Planteamiento de objetivos y competencias	17
3.2.2 Diseño de contenido	19
3.2.2.1 Diseño de unidades temáticas	19
3.2.2.2 Diseño de actividades	20
3.2.2.3 Selección y diseño de recursos para el desarrollo de actividades	21

3.2.3	Proceso de virtualización	23
3.2.3.1	Redacción de guías instruccionales	23
4.	Consideraciones y sugerencias para la implementación y seguimiento	24
5.	Bibliografía.....	26
6.	Anexos	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. FACTORES QUE CONTRIBUYEN CON LOS LOGROS DE LOS ESTUDIANTES. (Universitat Zurich, 2017).

FIGURA 2. ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA DE VIRTUALIZACIÓN.

FIGURA 3. HABILIDADES DE PENSAMIENTO EN EL DOMINIO COGNITIVO. TAXONOMÍA DE BLOOM (1956).

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1. PROPUESTA DE ESTRUCTURA DEL CURSO DE GEOCIENCIAS.

ANEXO 2. SÍLABO DEL CURSO DE GEOCIENCIAS PARA EL PERIODO 2017-1

ANEXO 3. GUIÓN VIDEO DE INTRODUCCIÓN AL CURSO.

ANEXO 4. GUIÓN VIDEO DE INTRODUCCIÓN A LA UNIDAD 1 – “ORIGEN DEL UNIVERSO, EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA”.

ANEXO 5. GUIÓN VIDEO DE INTRODUCCIÓN A LA UNIDAD 2 – “EL MÉTODO CIENTÍFICO”.

ANEXO 6. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 1, ACTIVIDAD 1. LECTURA “ORIGEN DEL UNIVERSO, EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA”.

ANEXO 7. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 1, ACTIVIDAD 1. EJEMPLO DE MAPA MENTAL – TEORÍA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS.

ANEXO 8. RECURSO PARA LA AUTOEVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE SOBRE SU PERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE EN LA UNIDAD 1.

ANEXO 9. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 1, ACTIVIDAD 2. LECTURA “ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA”.

ANEXO 10. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 2, ACTIVIDAD 1. LECTURA “LA TECTÓNICA DE PLACAS, UNA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA”.

ANEXO 11. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 2, ACTIVIDAD 1. EJEMPLO DE FLUJOGRAMA – TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN.

ANEXO 12. GUÍA INSTRUCCIONAL 1. RESUMEN DEL CURSO. FORMATO EAFIT VIRTUAL.

ANEXO 13. GUÍA INSTRUCCIONAL 2. DESARROLLO DE UNIDADES TEMÁTICAS Y ACTIVIDADES. FORMATO EAFIT VIRTUAL.

RESUMEN

Cómo parte del proceso de diseño de contenido y material de enseñanza para la implementación de una plataforma virtual, el presente documento es la síntesis de tres elementos que conforman una propuesta para dos unidades del curso de Geociencias, del programa de Geología de la Universidad EAFIT. Los tres elementos son: I) Una propuesta de selección de temas y subtemas, descripción de recursos, y objetivos y competencias para el sílabo del curso. II) El diseño de contenido y propuesta de actividades para estas dos unidades del curso. III) Las guías instruccionales de la plataforma EAFIT Virtual para el proceso de virtualización.

Aquí se resume el procedimiento que se llevó a cabo en cada una de las etapas, especificando las bases teóricas detrás de la selección y diseño de objetivos, competencias, actividades y recursos. Además, se muestra en detalle en que consisten los recursos diseñados para cada actividad, qué se espera de los estudiantes con cada una de estas tareas y los criterios para la calificación.

ABSTRACT

In conjunction with EAFIT University's efforts to increase digital content, the following document proposes three crucial elements to consider for the creation of two online units for the undergraduate Geoscience course, in the Geology program. The three elements are as follows: I) A selection of topics and subtopics (including a description of resources and design of objectives for the course syllabus). II) The content and resources design for each of the units. III) An instructional guideline for the online platform EAFIT Virtual.

This document also summarizes the methodology used in each stage of the project while specifying the theoretical basis behind the choice of design for course objectives and competencies. Furthermore, it describes the resources designed for each of the activities, student expectations, and the evaluation criteria for each assignment.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la Universidad EAFIT ha venido desarrollando un proyecto con el cual se busca hacer disponible un material académico de diferentes disciplinas en una plataforma virtual. El presente trabajo busca sumarse a estos esfuerzos con una propuesta de estructura y contenido para dos unidades del curso de Geociencias, que hace parte del programa de Geología. Para tal fin, aquí se presenta la metodología aplicada en el planteamiento de la estructura y diseño del material de dos de las unidades temáticas del curso.

Esta metodología aborda aspectos que van desde la selección de los subtemas de cada unidad temática, pasando por el planteamiento de objetivos e indicadores de desempeño, el diseño de las actividades para evaluación de las competencias, el diseño y propuesta de los recursos para realizar las actividades, el plan de trabajo que se debe llevar a cabo, finalizando con una rúbrica de evaluación diseñada para cada una de las actividades.

Lo anterior, con el fin de sentar un precedente en el diseño y planteamiento de la estructura y el contenido de otras unidades o cursos en el área de geología. Los parámetros y condiciones de diseño para la plataforma virtual requieren la preparación e implementación de herramientas como los planes de trabajo y las rúbricas de evaluación que pretenden crear un ambiente con alta claridad instruccional donde el estudiante sabe con anticipación lo que se espera de él, cómo lo puede lograr y los criterios según los cuales será evaluado su trabajo y desempeño.

El curso y los materiales están diseñados para que estas dos unidades puedan ser 100% virtuales, sin embargo, esto no implica que no haya contacto ni acompañamiento por parte de un docente. Por el contrario, es importante tener en cuenta que, aunque es una herramienta virtual, una de las claves del éxito para la implementación de un recurso de este tipo, es el constante monitoreo, actualización y adaptación del material y los recursos según las necesidades de un grupo. El manejo de los recursos, la plataforma y el desarrollo de las actividades quedará a discreción del docente a cargo del curso.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Sentar un precedente en el planteamiento de estructura y contenido para un ambiente virtual a nivel de pregrado, en el área de Geología.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Completar una guía instruccional y un material de aprendizaje para la virtualización de dos unidades temáticas del curso de Geociencias para la plataforma virtual de la Universidad EAFIT. Esto, con el fin de flexibilizar el acceso al contenido del curso, y hacerlo disponible en otro formato fuera de la clase magistral.
- Definir los temas y subtemas de cada unidad temática del curso de manera que sea claro para el estudiante el alcance de cada tema.
- Definir los objetivos de aprendizaje y las expectativas de aprendizaje, definidas como competencias, ligadas a cada una de las unidades temáticas para crear un ambiente con alta claridad instruccional.
- Diseñar 2 unidades temáticas para la plataforma virtual: EAFIT Virtual:
 - Planteamiento de objetivos y expectativas de aprendizaje y plan de trabajo.
 - Diseño de actividades con base en las expectativas de aprendizaje.
 - Selección y diseño de recursos con base en los objetivos de aprendizaje de la unidad.
- Montaje de las unidades temáticas en la plataforma virtual.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Ambientes Virtuales

Los ambientes de aprendizaje virtuales son utilizados ampliamente en ambientes académicos y en muchos otros sectores, generalmente para hacer entrega de un material de enseñanza y facilitar la comunicación (Barker et al., 2013). Hay suficiente evidencia que sugiere que los ambientes de aprendizaje virtuales tienen un gran impacto en los estudiantes, ya que estos promueven el aprendizaje individual e incrementan la motivación de los estudiantes para aprender (JISC, 2008).

En diferentes estudios que se llevaron a cabo en Estados Unidos entre 1996 y 2001 fue posible concluir que la necesidad de los estudiantes de ser proactivos en un ambiente virtual incrementa el entusiasmo, la confianza en sí mismos y su capacidad de aprendizaje. Los ambientes virtuales han demostrado propiciar que los estudiantes sean responsables de su propio aprendizaje a través de experiencias colaborativas con otros estudiantes (Diochon, 2001). Adicionalmente, los estudiantes con acceso a herramientas virtuales presentan un mejor rendimiento en exámenes estandarizados (Schacter , 1999).

Como parte de la construcción de las bases teóricas sobre las cuales se han diseñado el material del curso, las actividades evaluativas y los criterios de evaluación, se ha recurrido a una evidencia científica sobre el aprendizaje. Esta evidencia involucra la consideración de: I) las variables que contribuyen al aprendizaje (Universitat Zurich, 2017), II) las estrategias de aprendizaje (Hattie, 2009) y III) los principios según los cuales se establecen los roles de estudiantes y profesores (Hattie, 2009).

2.2 Variables que contribuyen a los logros de los estudiantes

En el curso “Teaching science at University” de la Universidad de Zurich (2017) se exploran las diferentes variables que contribuyen con los logros de los estudiantes y con el aprendizaje. Unas de estas variables incluyen cosas como el tamaño de la clase o la innovación en las estrategias educativas, sin embargo, se concluye que las variables que contribuyen en mayor medida son las competencias, el interés y la motivación de los estudiantes.

Cómo se muestra en la figura 1, el 50% de la responsabilidad recae sobre los alumnos. Aquí entran en juego las motivaciones personales y su responsabilidad. La intervención en la estructura del curso, es decir los cambios en el currículo o las estrategias de enseñanza contribuyen tan solo en un 5%. Finalmente, el 30% depende del profesor, y el 15% restante contempla otros factores como las condiciones en el hogar, el ambiente de clase, y el comportamiento y relaciones con los compañeros. (Hattie en , 2009). De manera tal que teniendo en cuenta que es necesario afianzar esta responsabilidad individual en los estudiantes, es necesario involucrarlos activamente su aprendizaje.

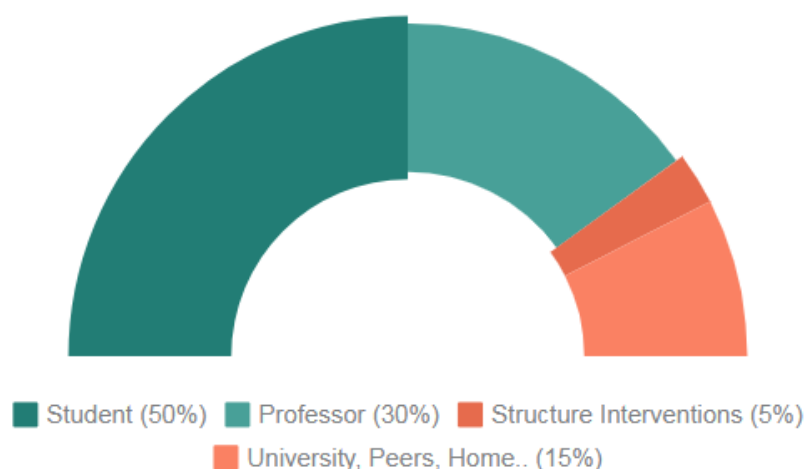


Figura 1. Factores que contribuyen con los logros de los estudiantes. (Universitat Zurich, 2017).

2.3 Estrategias de enseñanza

Los principales aportes a las bases teóricas provienen de instituciones con dependencias especializadas en educación superior y divulgación y enseñanza de la ciencia, como la Universidad de Zurich en Suiza y Carleton College en Estados Unidos. Adicional a estas dos instituciones, hubo una serie de cursos en pedagogía dictados por Rebbeca Lindell en la Universidad EAFIT durante julio y agosto del 2017, de los cuales desafortunadamente no hay un registro escrito, pero que representan una de las bases esenciales en el marco teórico.

Entre esta serie de cursos, hubo dos particularmente relevantes dentro del marco del desarrollo de este proyecto. Estos son “Evaluando las prácticas pedagógicas, con Rebbeca Lindell” y “Evaluando los objetivos y el aprendizaje de los estudiantes”. En el primero, se abordaron temas relacionados con situaciones comunes que se presentan en las aulas de clase. Por ejemplo, la desconexión que perciben los profesores entre lo que enseñan y lo que los estudiantes aprenden, o las diferentes circunstancias que llevan a que la clase resulte estando centrada en el profesor y no en el estudiante. Se mencionó que una de las formas en las que se pueden minimizar los efectos negativos de estas situaciones comunes, es a partir del diseño de ambientes en los que los estudiantes

tengan más tiempo para procesar la información, no tengan que tomar notas frenéticamente y no sientan que deben memorizar un contenido.

Por supuesto que el objeto de discusión en el contexto de estos cursos pedagógicos no era la justificación de las aulas virtuales, sin embargo, cabe resaltar que un ambiente con estas características, es decir, donde los estudiantes tienen tiempo de interiorizar y procesar la información, puede corresponder con un aula virtual.

Por otro lado, durante el curso “Evaluación de objetivos y el aprendizaje de los estudiantes” se discutió sobre la importancia que tiene el diseño y articulación de los objetivos y competencias de un curso. Esto, teniendo en cuenta que los objetivos y las competencias cumplen la función de guiar a los estudiantes sobre las expectativas de aprendizaje y los lineamientos de las diferentes temáticas.

Esto coincide con la claridad instruccional entendida como una de las estrategias de enseñanza, considerada dentro de las variables, con un mayor factor de impacto en el aprendizaje. La claridad instruccional se refiere a qué tan claros son los objetivos y qué tan claro es para los estudiantes lo que se espera de ellos y cómo pueden lograrlo. Esto establece una dinámica transparente desde el inicio, reduciendo el espacio para errores o malinterpretaciones sobre las expectativas tanto de los docentes como de los estudiantes (Universitat Zurich, 2017).

2.4 Principios a partir de los cuales se establecen los roles de los estudiantes y profesores

Finalmente, con respecto al rol de los estudiantes y el rol de los profesores, es importante tener en cuenta dos principios. El primero es que el conocimiento no se puede transmitir, por lo tanto, esto no puede ser una de las expectativas de los estudiantes sobre sus profesores. El rol del profesor está más relacionado con ayudar a construir un conocimiento y con ofrecer oportunidades de aprendizaje que se pueden conectar con otros conocimientos previos y con temáticas futuras.

El segundo, tiene que ver con las contribuciones del profesor. Si bien, el presente trabajo se concentra en la implementación de un material en una plataforma virtual, el profesor

juega un papel primordial en el desarrollo del curso y el éxito de éste. Una de las contribuciones más importantes del docente en el proceso de enseñanza, aparte de ofrecer de su experiencia, es la capacidad de articular los criterios de éxito y logro de sus estudiantes (Hattie, 2009). De ahí, la importancia que tiene el planteamiento de objetivos y competencias entendidas como las expectativas de aprendizaje.

2.5 Selección de unidades temáticas

La selección de los temas de las dos unidades para la virtualización se hizo teniendo en cuenta la importancia de entender cómo funciona la ciencia. Ambas unidades temáticas están fuertemente relacionadas con el proceso y el quehacer científico, y el desarrollo de los temas y las anécdotas históricas en el marco de la formulación de dos de las teorías más importantes de nuestro tiempo, son evidencia de que la ciencia no es un proceso lineal en el cual hay una única fórmula para la producción de conocimiento científico.

3. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, se llevó a cabo una metodología para la elaboración y estructuración de este, y otra metodología en el planteamiento del diseño y la estructura del curso para la virtualización.

3.1 METODOLOGÍA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA PROPUESTA DE VIRTUALIZACIÓN

La metodología para estructuración de la propuesta se realizó con base en el siguiente esquema de la figura 2:

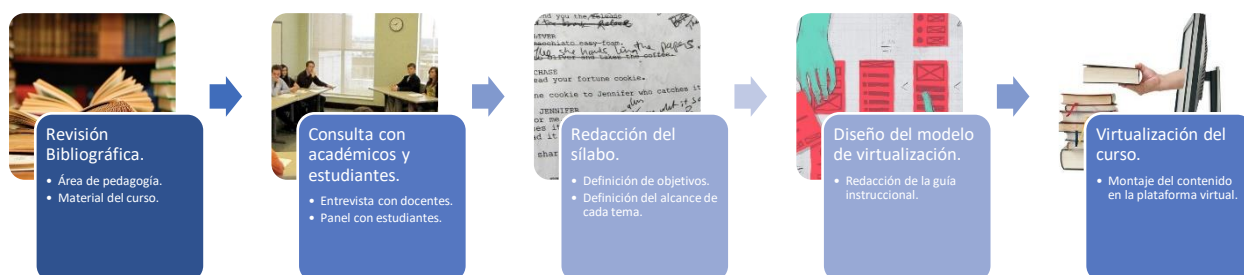


Figura 2. Esquema metodológico para la estructuración de la propuesta de virtualización.

3.1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La revisión bibliográfica se realizó con dos enfoques distintos. El primero, en el área de pedagogía con el fin de configurar las bases teóricas relevantes y pertinentes relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje. En esta etapa se realizaron los cursos en pedagogía en la Universidad EAFIT mencionadas anteriormente y además se completó el curso “Teaching science at university, ofrecido por la Universidad de Zurich. La segunda parte de la revisión bibliográfica se hizo pensando en el diseño del material del curso, puntualmente en el área de geología.

3.1.2 CONSULTA CON ACADÉMICOS Y ESTUDIANTES

La consulta con profesores y académicos consistió en unas entrevistas, en donde se les preguntó tanto a estudiantes como a profesores sobre su percepción del aprendizaje, sus motivaciones personales para ir a clase aun cuando esto no es obligatorio, y sobre su concepción de los roles de estudiantes y profesores. Es importante aclarar que debido a que el objetivo de este componente de la metodología no era muy claro en el contexto del proyecto, no se realizó ningún tipo de análisis a partir de las respuestas ni existe en el presente trabajo un documento escrito que dé cuenta de estas entrevistas.

Sin embargo, cabe mencionar que hubo un consenso en una pregunta en particular. Tanto a estudiantes como profesores se les pidió definir el papel del profesor en el proceso de aprendizaje, a lo que la mayoría respondió que el profesor debe “transmitir” el conocimiento. Es importante referirse aquí a “los principios a partir de los cuales que se definen los roles de los estudiantes y de los profesores” mencionados en el marco teórico.

Ahora bien, los últimos tres componentes corresponden a la metodología para la virtualización del curso descrita a continuación.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA VIRTUALIZACIÓN

A continuación, una breve descripción de cómo se llevaron a cabo las siguientes tareas según los objetivos específicos planteados previamente. El diseño de la estructura del curso se hizo principalmente con base en textos guía de geología. Así, se definieron

entre otras cosas, los temas, los subtemas y el orden y secuencia de estos dentro del programa. El diseño del contenido se realizó a partir de artículos y libros según la temática de cada unidad, y las actividades fueron diseñadas según las habilidades de pensamiento propuestas por Bloom (1956). El proceso de virtualización se hizo con base en el formato para diseño de material virtual de la plataforma EAFIT Virtual.

3.2.1 DISEÑO DE ESTRUCTURA DEL CURSO

La propuesta relacionada con la estructura del curso (Anexo 1) se realizó, en una primera etapa, a partir del sílabo en vigencia de la materia Geociencias (Anexo 2). Sobre este programa, se sugieren unas modificaciones en tres áreas: I) Definición de temas y subtemas, II) Descripción de estrategias metodológicas y didácticas y III) Planteamiento de objetivos y competencias. Esto con el propósito de hacer de este un documento que brinde al estudiante toda la información necesaria sobre los temas que se van a tratar, los objetivos del curso, lo que se espera de él y como puede lograr estos objetivos.

3.2.1.1 DEFINICIÓN DE TEMAS Y SUBTEMAS

Los temas y subtemas se definieron con base en tres textos guía introductorios de geología (Tarbuck et al., 2005), (Monroe et al., 2009) y (Wicander et al., 2011). Así, en colaboración con los docentes que han dictado el curso, se hizo una selección de los subtemas más relevantes que deben cubrirse en un curso introductorio. La propuesta final de temas y subtemas corresponde al numeral 1 del anexo 1.

3.2.1.2 DESCRIPCIÓN DE ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y DIDÁCTICAS

Las estrategias metodológicas y didácticas se refieren a la forma en la que se evaluarán los objetivos del curso. En la propuesta presentada, éstas están definidas una por una junto con el valor agregado y corresponden al numeral 2 en el anexo 1.

3.2.1.3 PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

Para el diseño de un curso, diferentes dependencias con programas de investigación en ciencia y pedagogía como la Universidad de Zúrich (2017) y Carleton College (2017),

entre otros, coinciden en que las preguntas más importantes son ¿Qué se espera que aprendan los estudiantes? Y ¿Cuáles son las habilidades que se espera que desarrollen? Las respuestas a estas preguntas son la base sobre la cual se deben diseñar las expectativas de aprendizaje definidas en términos de objetivos y competencias.

El planteamiento de objetivos y competencias se hizo según la metodología planteada en el portal de pedagogía en ciencias de la Tierra, Carleton College (2017), los talleres de estrategias pedagógicas dictados en la Universidad EAFIT por Rebecca Lindell (2017), y el curso virtual “How to teach science at University” dictado por el profesor Kai Niebert (2017) ofrecido por la Universidad de Zúrich.

Los objetivos y competencias reciben diferentes nombres según los diferentes autores. Para fines prácticos se presentan las definiciones de ambos como objetivos y competencias (Carleton College, 2017) y son utilizados en la tabla de evaluación (anexo 1):

Objetivo: Una afirmación *general* que describe el conocimiento, las habilidades o comportamientos que se esperan del estudiante. Los objetivos, por su carácter general, contienen palabras como: *conocer, comprender, aprender, apreciar, etc.*

Competencias: Una afirmación *específica* que describe exactamente lo que se espera que el estudiante pueda llegar a hacer. Esta es medible o cuantificable de alguna forma. Debido a que es específica, contiene palabras como: *definir, describir, aplicar, reconocer, evaluar, etc.*

Un objetivo de aprendizaje puede ir acompañado de una o varias competencias que den cuenta del cumplimiento del objetivo. Las competencias deben estar redactadas de manera que puedan ser medibles y observables, y den cuenta de una habilidad. Al ser medibles y observables, se deben especificar los criterios según los cuales se considera que se ha logrado la competencia, en consecuencia, estas deben ir acompañadas de unas rubricas de evaluación de las que se hablará más adelante.

3.2.2 DISEÑO DE CONTENIDO

Como se mencionó anteriormente, el proceso de virtualización se realizó según las especificaciones de EAFIT Virtual. El diseño del material para un contenido virtual se debe hacer según unos formatos, referidos en adelante como Guías Instruccionales. Para cada curso se requiere el diligenciamiento de dos de estas guías. Con el desarrollo de cada una de las guías se responde a necesidades de contenido, diseño y evaluación de actividades, y selección de recursos para el desarrollo de competencias.

3.2.2.1 DISEÑO DE UNIDADES TEMÁTICAS

Las unidades temáticas escogidas para desarrollar el proceso de virtualización son:

1. Origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra.
2. Razonamiento científico

Estas unidades se encuentran al inicio del curso, separadas en la propuesta de temas y subtemas por la unidad temática de “Tiempo Geológico”. Estas unidades fueron escogidas para la virtualización debido a que tienen un gran valor en cuanto a contenido relacionado con el proceso y desarrollo de la ciencia. Además, a partir del desarrollo de éstas, se introducen de manera indirecta conceptos que se irán viendo con el desarrollo del curso, por lo cual hacen las veces de referente para otras unidades donde se trabajan con mayor detalle estos conceptos.

Ambas unidades están diseñadas para que el estudiante esté al mando de su proceso de aprendizaje. Las unidades están diseñadas pensando en brindar la mayor claridad posible sobre cómo deben ser desarrolladas. Así el diseño de las unidades comprende las siguientes especificaciones:

- Explicación de la relevancia del contenido de la unidad en el panorama del curso.
- Expectativa de aprendizaje.
- Planteamiento de objetivos y competencias.
- Especificación de plan de trabajo para desarrollar la unidad y las actividades propuestas.
- Recursos disponibles para el desarrollo de la unidad.

- Forma en la que será evaluada cada actividad de la unidad y rúbrica de evaluación.

3.2.2.2 DISEÑO DE ACTIVIDADES

El diseño de las actividades se realizó pensando en promover desde un inicio habilidades de pensamiento de orden superior. Los estudiantes tienen diferentes habilidades de pensamiento, que en ocasiones pueden verse limitadas a la capacidad de recordar información de memoria, es decir a las habilidades de pensamiento de menor orden según la taxonomía de Bloom (1956) (Figura 2). Con el fin de promover el uso de herramientas de pensamiento de orden superior, más puntualmente, la capacidad de comprensión, análisis y síntesis, las actividades han sido orientadas de esta forma.

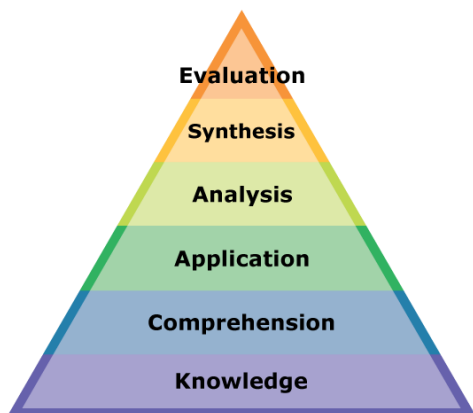


Figura 3. Habilidades de pensamiento en el dominio cognitivo. Taxonomía de Bloom (1956).

Para la primera unidad, “Origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra” se han diseñado dos actividades. La primera actividad consiste en realizar un mapa mental. Aquí se le pide al estudiante que analice una información y la clasifique, organice y conecte de manera gráfica. Para esta actividad el estudiante tiene a disposición los siguientes recursos, que serán explicados en detalle en el siguiente numeral:

- Un video introductorio de la unidad donde se abordan unos conceptos y objetivos (Anexo 4).

- Una lectura, que consiste en una revisión bibliográfica, titulada “El origen del universo, el sistema solar, y la Tierra” (Anexo 6).
- Un cuestionario para la autoevaluación (Anexo 8).
- Un ejemplo del producto que se espera que el estudiante pueda generar, diseñado con información de la Teoría de Placas Tectónicas (Anexo 7).

La segunda actividad apela a la capacidad de síntesis del estudiante. En esta actividad se le pide que realice un diagrama a partir de una descripción. Para esto el estudiante no debe separar o clasificar una información, como en la actividad anterior, sino tomar diferentes tipos de información y representarla en un diagrama. Para la realización de esta actividad los estudiantes tienen a disposición los siguientes recursos:

- Lectura “Estructura interna de la Tierra” (Anexo 9).

Para la segunda actividad, “El Método Científico” se ha diseñado una sola actividad. En esta se busca promover dos habilidades de pensamiento, una de menor orden y otra de orden superior. La habilidad de pensamiento de menor orden es la de comprensión, que requiere recordar un concepto para hacer sentido de nueva información. La herramienta de orden superior es la de análisis, donde el estudiante a partir de su comprensión de un concepto, clasifica y referencia información. En esta actividad se le pide al estudiante que realice un flujograma en donde muestra cómo funciona el proceso científico de observación e hipótesis, a partir de la información presentada en una lectura sobre la historia de la formulación de la Teoría de Tectónica de Placas (Anexo 10). Para esta actividad el estudiante tiene disponibles los siguientes recursos:

- Video introductorio de la unidad. (Anexo 5).
- Lectura “La Teoría de la Tectónica de Placas. Una revolución científica.” (Anexo 10)
- Un ejemplo del producto que se espera como evidencia de aprendizaje. (Anexo 11).

3.2.2.3 SELECCIÓN Y DISEÑO DE RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

La selección y diseño de los recursos se hace pensando en que estas serán las herramientas que el estudiante tendrá a su disposición, y que con el uso adecuado de estas se pueden lograr los objetivos planteados. Los recursos diseñados para estas unidades son de carácter variado y cumplen diferentes propósitos.

Videos. Debido al carácter virtual de las unidades, el video cumple la función de brindar un primer contacto con el profesor. A partir de los videos también se busca brindar información relevante acerca del curso, especificando, duración, temas a tratar, conceptos clave, y objetivos, entre otros (Anexos 2, 3 y 4).

Lecturas. Las lecturas (Anexos 5, 8 y 9), para el caso de estas dos unidades, corresponden a revisiones bibliográficas de los temas de cada unidad. Las lecturas pueden variar e incluir artículos científicos o secciones de un libro en el desarrollo de futuras unidades.

Estas lecturas se escogieron debido al carácter de curso introductorio de primer semestre y a que los estudiantes deben poder desarrollar las unidades de forma 100% virtual. Con esto en mente, se debe tener en cuenta en futuras oportunidades que es importante establecer un nivel de exigencia desde el principio. Así, aun cuando las monografías representan un material decantado y relevante, es fundamental que los estudiantes adquieran un criterio para la clasificación, aceptación y descarte de información.

Cuestionario de autoevaluación. Como recurso para la unidad uno, se le ofrece al estudiante un cuestionario con preguntas acerca del tema en cuestión. Este cuestionario tiene dos características particulares. La primera es que las preguntas están diseñadas según las habilidades de pensamiento, es decir, las primeras preguntas son de conocimiento, luego vienen preguntas de comprensión y aplicación. Posteriormente hay preguntas de análisis, síntesis y evaluación. La segunda característica es que las preguntas no deben ser respondidas, en cambio, se espera que el estudiante se autoevalúe indicando si está en capacidad, o no, de responder las preguntas y con que grado de certeza.

Estos cuestionarios, conocidos en inglés como “Knowledge Surveys”, son muy eficaces como herramienta de autoevaluación debido a que son relativamente fáciles y rápidas

de completar (Carleton College, 2017). Constituyen una forma de obtener información sobre la percepción de aprendizaje del estudiante, contribuyendo con una experiencia de aprendizaje activo, y permitiéndole al docente realizar ajustes en el material de clase, en los temas que requieren una ampliación de la información o en la estrategia de enseñanza.

Ejemplos. Con el fin de que los estudiantes tengan una idea más clara de lo que se espera que entreguen como producto final y evidencia de aprendizaje, se han realizado dos ejemplos. Estos ejemplos, aparte de ser la representación gráfica del producto de la actividad, contienen información relevante, relacionada con temas que se desarrollarán en el curso posteriormente. Por ejemplo, el mapa mental de la actividad uno, donde el tema central es el origen del universo, el sistema solar y la Tierra, contiene información referente a la Tectónica de Placas, que es un tema que se desarrolla en la unidad 3.

3.2.3 PROCESO DE VIRTUALIZACIÓN

Las guías instruccionales, como se mencionó anteriormente, son los formatos en los que se diligencia la información referente al curso y a las unidades del curso que van a ser diseñadas para la plataforma virtual, EAFIT Virtual.

3.2.3.1 REDACCIÓN DE GUÍAS INSTRUCCIONALES

Guía Instruccional 1. En la guía instruccional 1 se desarrolla la información general del curso (Anexo 12). Esta incluye los siguientes elementos que deben ser especificados:

- Introducción – Presentación del curso, explicando los temas que serán tratados, la importancia dentro del plan de estudios de la carrera, lo que el estudiante aprenderá y el tipo de actividades que se realizarán.
- Objetivos – Se explica la intención del curso frente a la construcción de conocimientos, habilidades y actitudes. Estos deben estar conectados a las evidencias de aprendizaje que el estudiante realice.
- Metodología – Contiene la información referente a las herramientas que serán utilizadas en el desarrollo del curso, como, por ejemplo, los videos, las lecturas, y las actividades, entre otros.

- Estructura del curso – Aquí se explica cómo se evaluarán las actividades, el tiempo que el estudiante debe dedicar a cada unidad, la duración de la unidad, los recursos que el estudiante tendrá disponible y a que porcentaje de la nota final corresponde cada actividad, entre otros.

Guía Instruccional 2. En la guía instruccional dos, se desarrolla la información específica correspondiente a cada unidad (Anexo 13).

- Introducción a la unidad – Se brinda una contextualización de la unidad y los temas que se desarrollarán, especificando los objetivos y la bibliografía que se sugiere para la consulta.
- Conceptos clave – Se presentan los conceptos que se van a desarrollar a lo largo de unidad.
- Descripción de la actividad –
 - Entregable de la actividad – La evidencia que entregan los estudiantes al desarrollar la actividad.
 - Actividad de aprendizaje – Descripción de la actividad donde se hace mención a los conceptos básicos, al procedimiento y a lo que el estudiante aprenderá.
 - Expectativa de aprendizaje – Describe lo que el estudiante va a estar en capacidad de hacer con el desarrollo de la actividad.
- Plan de trabajo – Indica los pasos que el estudiante debe seguir para realizar la actividad.
- Evaluación de la actividad – Se describen los criterios según los cuales se evaluará la actividad. Aquí se debe desarrollar la rúbrica de evaluación especificando a que corresponde cada calificación.

4. CONSIDERACIONES Y SUGERENCIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO

Teniendo en cuenta que el presente trabajo busca sentar un precedente en el diseño e implementación de recursos virtuales en el programa de geología, a continuación, se presentan algunas consideraciones y sugerencias que han surgido durante este proceso

y que pueden ser tomadas en cuenta en un futuro. Estas tienen que ver con la demanda de tiempo, la naturaleza de los recursos y el rol del profesor.

Para empezar, es importante tener en cuenta la demanda de tiempo en el diseño y montaje de unidades temáticas virtuales. El tiempo necesario e invertido depende de muchos factores cómo: la disponibilidad del profesor para dedicar a esta tarea, la naturaleza y cantidad de los recursos, el diseño de las actividades y la redacción de las guías instruccionales. Según la dependencia encargada de la plataforma EAFIT Virtual, un curso de 3 a 4 créditos puede tomar entre 3 y 4 meses. Este tiempo toma en consideración la redacción y preparación de las guías instruccionales y el montaje en la plataforma virtual.

El tiempo que se invierta en la calidad y disponibilidad de los recursos puede variar dependiendo de si estos son escritos y diseñados por el profesor o de si son recursos a los que se puede acceder en línea. Adicionalmente, dependerá del número de recursos que se pongan a disposición del estudiante, es decir, si hay lecturas, videos, ejemplos, guías para la autoevaluación, etc. Qué tantos recursos se utilicen y la naturaleza de éstos, dependerá del tema que se desarrolle en cada módulo. El desarrollo de las dos unidades que se han diseñado para este curso tomó entre tres y cuatro semanas, cada una. Este tiempo contempla la redacción de las guías instruccionales y el diseño de recursos y actividades.

Adicionalmente, cómo se ha mencionado anteriormente, aun cuando se trata de un material para una plataforma virtual, el profesor juega un papel muy importante. En primer lugar, está la selección de los materiales y recursos, y el diseño de las actividades. Incluso con la implementación de esta propuesta de contenido, el profesor deberá decidir sobre cualquier modificación o adaptación que considere necesaria según su percepción del desempeño de los estudiantes en el desarrollo del curso. Además, es importante que haya un acompañamiento del profesor durante el proceso para resolver dudas e inquietudes sobre el desarrollo de cualquier actividad.

Finalmente, a mediano y largo plazo, podría ser interesante realizar un seguimiento de los estudiantes para los cuales se hacen disponibles este tipo de recursos. Esto con el

propósito de obtener métricas sobre su aprendizaje, medido en términos de desempeño en diferentes actividades evaluativas. Adicionalmente, se podría medir la percepción de aprendizaje de los estudiantes en cursos en donde hay recursos virtuales y contrastándolos contra cursos en donde no los hay.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aubusson, P. J., Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2006). Metaphor and Analogy in Science Education. En P. J. Aubusson, *Metaphor and Analogy in Science Education* (págs. 11-24). Springer.
- Barker, J., & Gossman, P. (2013). The Learning Impact of Virtual Learning Environment: Student's views. *Teacher Education Advancement*, 5, 19-38.
- Bauer, P., Gerard, F., & Minster, J. F. (2006). Observing the Earth: An international endeavour. *Comptes Rendues Geoscience*, 338(14), 949-957.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.
- Boss, A. P. (2005). The solar Nebula. En *Meteorites, Comets, and Planets* (págs. 63 - 82). ELSEVIER.
- Bryson, B. (2003). *A Short History of Nearly Everything*. Broadway Books.
- Carleton College. (24 de 7 de 2017). *SERC*. Obtenido de the Science Education Resource Center at Carleton College: <https://serc.carleton.edu/6001>
- Chambers, J. E. (2005). Planet Formation. En *Meteorites, Comets, and Planets* (págs. 461-475). ELSEVIER.
- Chambers, J. E., & Halliday, A. N. (2007). The Origin of the Solar System. En *Encyclopedia of the Solar System* (págs. 29-52). New York: Academic Press.

- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction. *Review of Educational Research*, 1-49.
- Clement, J., Rea-Ramirez, M. A., & Else, M. J. (2008). Using Analogies in Science Teaching and Curriculum Design: Some Guidelines. En J. J. Clement, & M. A. Rea-Ramirez, *Model Based Learning and Instruction in Science* (págs. 215-231). Springer.
- Deparis, V. (2014). A history of the global understanding of the Earth. *Comptes Rendus Geoscience* 346, 11, 275-278.
- Diochon, M. C. (2001). Technology-based interactive learning. *Active Learning in Higher Education*, 114-127.
- Hamblin, W. K., & Christiansen, E. H. (1998). *Earth's Dynamic Systems*. Provo: Prentice Hall.
- Harrison, A. G., & De Jong, O. (2005). Exploring the Use of Multiple Analogical Models When Teaching and Learning Chemical Equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 1135-1159.
- Hattie, J. A. (2009). *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Hazen, R. M. (2012). *La historia de la Tierra. Los primeros 4500 millones de años del polvo estelar al planeta viviente*. . OCEANO.
- Hunter, M. C. (1994). *Enhancing teaching*. Los Angeles: Macmillan College Publishing.
- JISC. (2008). Exploring Tangible Benefits of e-learning. Newcastle: Northumbria University.
- Kearey, P., Klepeis, K. A., & Vine, F. J. (2009). *Global Tectonics* (3 ed.). Wiley-Blackwell.

- McKeegan, K. (2005). Early Solar System Chronology. En *Meteorites, Comets, and Planets* (págs. 431-460). ELSEVIER.
- Monroe, J. S., & Wicander, R. (2009). *The Changing Earth, Exploring Geology and Evolution*. Cengage Learning.
- Narlikar, J. V. (2002). Current Speculations about the Origin of the Universe. *India International Centre Quarterly*, 29(1), 115-126.
- NASA, ESA and HST Frontier Fields team. (2016). Hubble Sees a Legion of Galaxies. NASA.
- Niebert, K., & Gropengiesser, H. (2015). Understanding Starts in the Mesocosm: Conceptual metaphor as a framework for external representations in science teaching. *International Journal of Science Education*, 903-933.
- Safronov, V. S. (1972). *Evolution of the protoplanetary cloud and formation of the earth and the planets*. NASA.
- Schacter, J. (1999). *The Impact of Education Technology on Student Achievement: What the Most Current Research Has To Say*. Santa Monica, CA: Milken Exchange on Education Technology.
- Song, L., Hannafin, M., & Hill, J. (2007). Reconciling Beliefs and Practices in Teaching and Learning. *Educational Technology Research and Development*, 27-50.
- Tarback, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Pearson Education.
- Tyson, N. D., & Goldsmith, D. (2004). *Origins: fourteen billion years of cosmic evolution*. New York: W.W Norton & Company.
- Universitat Zurich. (15 de September de 2017). <https://www.coursera.org/>. Obtenido de <https://www.coursera.org/learn/teachingscience>: <https://www.coursera.org/learn/teachingscience>

- Vodovotz, Y., & An, G. (2015). A Brief History of the Philosophical Basis of the Scientific Endeavor: How we Know What We Know, and How to Know More. En Y. Vodovotz, & G. An, *TRANSLATIONAL SYSTEMS BIOLOGY* (págs. 11-19). Elsevier.
- Vollmer, G. (1984). Mesocosm and Objective KNowledge. En F. M. Wuketits, *Concepts and Approaches in Evolutionary Apistemology* (págs. 69-121). D. Reidel Publishing Company .
- Weisskopf, V. (1989). The Origin of the Universe. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 42(4), 22-39.
- White, W. M. (2013). The big picture: Cosmochemistry. En W. White, *Geochemistry* (págs. 416 - 472). WILEY-BLACKWELL.
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2011). *GEOL*. Belmont: CENGAGE Learning.

6. ANEXOS

ANEXO 1 - PROPUESTA PARA LA DEFINICIÓN DE TEMAS, ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y DIDÁCTICAS Y PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

PROPUESTA PARA LA DEFINICIÓN DE TEMAS, ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y DIDÁCTICAS Y PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS Y COMPETENCIAS.

1. DESCRIPCIÓN ANALÍTICA DE CONTENIDOS:

TEMAS Y SUBTEMAS:

1. Origen, estructura y edad de la Tierra.

1.1 Origen del Universo.

Teoría del Big Bang.

1.2 Origen del sistema solar.

Origen y evolución del sistema solar.

1.3 Origen de la Tierra.

¿Cómo se formó la Tierra?

Condiciones para que haya vida en la Tierra.

1.4 Estructura de la Tierra.

Capas definidas por su composición y propiedades físicas.

2. Tiempo Geológico.

2.1 Escala del tiempo geológico.

¿Cómo se mide?

Edad de la Tierra.

2.2 Métodos de datación relativa.

Principios de la datación relativa.

Correlación de unidades.

Inconformidades.

2.3 Métodos de datación absoluta.

Decaimiento radioactivo y vida media.

Fuentes de incertidumbre.

Método de Carbono 14.

2.4 Tiempo geológico y cambio climático.

Eras de hielo.

Extinciones masivas.

Fluctuaciones en la temperatura.

3. Razonamiento científico

3.1 Conceptos básicos

Observación

Hipótesis

Teoría

Evidencia

3.2 Formulación de la Teoría de Tectónica de Placas.

Caso de estudio.

4. Tectónica de Placas.

4.1 Reseñas históricas de la Geología.

Evidencias de la deriva continental.

Historia de Geología.

4.2 Deriva continental y paleomagnetismo.

Campo magnético y deriva polar.

Inversiones magnéticas y expansión del suelo oceánico.

4.3 Tectónica de placas.

Bordes divergentes, convergentes y pasivos.

4.4 Puntos calientes y plumas del manto.

- 4.5 Fuerzas que impulsan el movimiento de las placas.
- 5. Minerales.**
- 5.1 Composición de los minerales.
Estructuras atómicas y tipos de enlaces.
Isótopos.
- 5.2 Propiedades físicas de los minerales.
Hábito cristalino, brillo, color, raya, dureza, exfoliación o fractura, etc.
- 5.3 Grupos minerales.
Silicatos, carbonatos, haluros, óxidos, sulfuros, sulfatos, elementos nativos.
- 5.4 Minerales formadores de rocas.
- 6. Rocas ígneas.**
- 6.1 Origen y naturaleza del magma.
Composición y comportamiento del magma.
Evolución del magma.
- 6.2 Composición de las rocas ígneas.
Grupos composicionales.
- 6.3 Características y clasificación de rocas ígneas.
Texturas, composición y parámetros para la clasificación.
- 7. Metamorfismo y rocas metamórficas.**
- 7.1 Agentes de metamorfismo.
Presión, temperatura, volátiles.
- 7.2 Tipos de metamorfismo.
Metamorfismo de contacto, dinámico y regional.
- 7.3 Clasificación de rocas metamórficas.
- Rocas foliadas y no foliadas.*
Grado de metamorfismo.
- 7.4 Ambientes metamórficos.**
Variaciones de textura, minerales índice y grado de metamorfismo.
- 8. Meteorización, suelos y rocas sedimentarias.**
- 8.1 Meteorización.
Agentes de meteorización.
Meteorización química y física.
- 8.2 Formación de suelos.
Factores que controlan la formación de suelos.
- 8.3 ¿Qué es una roca sedimentaria?
Sedimentos.
Transporte y depositación.
- 8.4 Clasificación de rocas sedimentarias.
Detríticas y químicas y bioquímicas.
- 8.5 Ambientes sedimentarios.
Ambientes continentales, marinos y transicionales.
- 9. Estructuras y deformación de rocas.**
- 9.1 Deformación de rocas
Fuerza y esfuerzo.
Tipos de deformación.
- 9.2 Estructuras geológicas.
Pliegues, fallas y diaclasas.
Dirección y buzamiento.
- 9.3 Deformación y origen de las montañas.
Placas tectónicas, terrenos y formación de montañas.
- 10. Volcanes.**
- 10.1 Volcanismo

Gases volcánicos y flujos de lava.

Material piroclástico.

10.2 Tipos de volcanes

Domos, conos, estratovolcanes, etc. Tipos de erupción.

10.3 Tectónica de placas y volcanes

Distribución de volcanes. Actividad volcánica asociada a bordes de placas.

10.4 Actividad ígnea intrusiva

Plutones, diques, sills y lacolitos y batolitos.

11. Evolución de la Tierra.

11.1 Formación de la estructura interna de la Tierra

Ondas sísmicas y estructura de la Tierra. Límites definidos en función de las propiedades físicas y la composición.

11.2 Superficie de la Tierra

Origen y evolución de los continentes.

Escudos, plataformas y cratones.

11.3 Fondo oceánico

Corteza oceánica. Márgenes continentales y plataformas.

11.4 Atmósfera

¿Cómo se originó la atmósfera?

12. Glaciares, desiertos y líneas de costa. (recursos hídricos)

12.1 Origen de los glaciares

Tipos de glaciares. Distribución de glaciares.

12.2 Eras de hielo

Eventos climáticos. Teoría de Milankovitch.

12.3 Origen y distribución de los desiertos

Transporte de sedimento. Formación y migración de dunas.

12.4 Características de los desiertos

Temperatura, precipitación y vegetación. Meteorización y suelos.

12.5 Corrientes oceánicas.

Mareas, olas y corrientes. Erosión de costas y retrocesos de líneas de costa.

12.6 Tipos de costas

Costas depositacionales y erosionales. Costas de emersión e inmersión.

Cartografía y determinación de rocas de campo.

2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y DIDACTICAS:

ACTIVIDADES PROPUESTAS	
Actividad	Valor agregado
Lecturas	Con las lecturas se pretende que los estudiantes revisen un material y se preparen para la clase. Con la preparación del material se generan inquietudes que posteriormente pueden ser resueltas con el docente.
Clases Magistrales	El valor agregado de las clases magistrales es que los estudiantes reciben de primera mano no sólo un conocimiento sino también una visión de experiencia y de aplicación a la vida real.
Talleres	Los talleres tienen como propósito consolidar la información finalizado un tema. Están diseñados para que el estudiante aplique de manera sencilla los conceptos vistos en clase.
Casos de aplicación	A partir del estudio de diferentes casos de la vida real los estudiantes pueden ver como se relacionan diferentes conceptos y porque es importante comprenderlos para la interpretación y solución de problemas.
Casos de análisis	La diferencia con los casos de aplicación es que en esta actividad se espera que el estudiante a partir de ciertos datos, sintetice la información, deduzca que conceptos o fenómenos entran en juego, y analice la situación explicando que está sucediendo y por qué.
Monografía	Con esta actividad se pretende que el estudiante realice una investigación sobre un tema y sintetice y presente la información encontrada de manera clara y concisa.
Salida de Campo	Esta actividad se realizará con el propósito de que el estudiante ponga en práctica los conceptos que ha aprendido, los criterios que ha formado para la recolección de muestras, toma de datos y descripción según observaciones.
Informe de Campo	La redacción del informe de campo tiene como propósito que el estudiante ponga en práctica la capacidad de análisis para la clasificación de muestras e interpretación de lo observado en campo.

3. COMPETENCIAS BÁSICAS QUE EL ALUMNO ESTARÁ EN CONDICIONES DE LOGRAR:

TABLA DE EVALUACIÓN			
Objetivo	Competencias	Forma en la que será evaluada	Evidencia
Unidad 1. Origen, estructura y edad de la Tierra.			
Comprender el origen del universo, el sistema solar y la Tierra.	El estudiante es capaz de sintetizar la información que se conoce sobre el origen de la Tierra, el sistema solar y el universo, mencionando los eventos y factores más importantes en la formación de estos.	En un mapa mental es estudiante puede enumerar los distintos eventos y las diferentes líneas de evidencia y lo que estas aportaron a la formulación de la Teoría del Big Bang.	Mapa mental.
	El estudiante puede identificar las discontinuidades de la estructura de la Tierra y las razones por las cuales existen estas discontinuidades.	En un diagrama, el estudiante señala las discontinuidades de la Tierra y brevemente explica porque se da tal discontinuidad.	Diagrama dibujado a partir de una descripción de ambos modelos estructurales del interior de la Tierra.
Unidad 2. Tiempo geológico.			
Conocer los métodos de datación y su aplicación.	El estudiante puede distinguir entre métodos de datación y tomar una decisión sobre la más adecuada en un caso específico.	Al estudiante le será presentado un caso en el que se deben elegir uno o más métodos de datación.	Taller. Punto en un parcial/quiz.
Comprender los eventos climáticos más importantes en la historia de la Tierra.	El estudiante puede distinguir entre eventos climáticos en la historia de la Tierra y sus causas.	El estudiante ubica en el tiempo los principales eventos climáticos y describe brevemente las causas y las consecuencias de estos.	Línea de Tiempo.

Unidad 3. Razonamiento científico.			
Comprender cómo funciona el razonamiento científico a partir del estudio de las piezas de evidencia en la formulación de la Teoría de la Tectónica de Placas.	El estudiante puede enumerar y describir las observaciones y evidencias para la formulación de la teoría de la tectónica de placas.	El estudiante puede sintetizar el proceso de hipótesis y descarte en un flujograma donde muestra cómo se llegó a la formulación de la teoría de la tectónica de placas.	Flujograma.
Unidad 4. Tectónica de placas.			
Entender que fuerzas actúan detrás del movimiento de las placas tectónicas.	El estudiante puede identificar las fuerzas que impulsan el movimiento de las placas.	El estudiante menciona y describe brevemente estos mecanismos.	Diagrama. Mapa conceptual.
	El estudiante puede ubicar los puntos calientes y plumas de manto.	En un diagrama el estudiante ubica estos puntos.	Diagrama.
Unidad 5. Minerales.			
Conocer la naturaleza de los minerales (donde se forman, cuáles son las propiedades, cuáles son los usos más comunes).	El estudiante puede identificar los minerales formadores de rocas más comunes y donde se forman estos.	Al estudiante le son asignadas al menos 5 muestras de mano. El estudiante deberá describirlas según las propiedades y deberá indicar donde se pueden formar estos minerales.	Informe de laboratorio.
Conocer la composición química de los minerales formadores de rocas más comunes y como se pueden clasificar.	El estudiante reconoce la composición química de los minerales y los puede ubicar en un grupo mineral.	El estudiante puede indicar la composición química de los minerales en una lista ejemplos y puede indicar a que grupo pertenece cada uno.	Informe de laboratorio. Punto de parcial.

Unidad 6. Rocas ígneas.			
Conocer las rocas ígneas, los ambientes de formación y las características más importantes de estas.	El estudiante puede identificar y describir muestras de mano de rocas ígneas, en función de los parámetros para la clasificación.	Al estudiante le son asignadas muestras de mano que debe describir y clasificar.	Informe de laboratorio.
	El estudiante puede ubicar las rocas ígneas en un grupo composicional según ciertas características dadas.	El estudiante puede ubicar las muestras de mano en un grupo composicional.	Informe de laboratorio y punto de parcial.
Unidad 7. Metamorfismo y rocas metamórficas.			
Comprender y conocer los agentes de metamorfismo e identificar los diferentes tipos de rocas metamórficas.	El estudiante puede ubicar y describir los tipos de metamorfismo y los principales agentes de metamorfismo en cada uno.	En un diagrama el estudiante puede describir brevemente los tipos de metamorfismo y los agentes de metamorfismo principales.	Mapa conceptual y diagrama.
	El estudiante puede identificar y clasificar muestras de mano de rocas metamórficas en función de la textura, los minerales índices y el grado de metamorfismo.	Al estudiante le son asignadas muestras de mano que debe describir y clasificar.	Informe de laboratorio. Punto en un parcial.
Unidad 8. Meteorización, suelos y rocas sedimentarias.			
Comprender como se forman los suelos.	El estudiante puede enumerar y describir los procesos que tienen lugar en la formación de suelos.	En un diagrama de un perfil de suelo el estudiante puede nombrar los horizontes y describir brevemente las características de estos.	Diagrama o modelo.
Conocer y comprender el proceso de	El estudiante puede describir y diagramar los eventos en el	Con un diagrama el estudiante explica los eventos en el	Diagrama de formación. Punto en un parcial/quiz.

formación de rocas sedimentarias.	proceso de formación de rocas sedimentarias.	proceso de formación de rocas sedimentarias.	
Conocer e identificar diferentes rocas sedimentarias.	El estudiante puede identificar y clasificar muestras de mano de rocas sedimentarias en función de los parámetros de clasificación de estas.	Al estudiante le son asignadas muestras de mano que debe describir y clasificar.	Informe de laboratorio. Punto en un parcial/quiz.
Unidad 9. Estructuras y deformación de rocas.			
Comprender como actúan los esfuerzos en las rocas y que tipo de deformaciones se producen según la magnitud de y dirección de estos.	El estudiante puede diagramar las direcciones de los esfuerzos en los diferentes tipos de deformación.	En un diagrama donde se presentan diferentes estructuras el estudiante puede dibujar las direcciones de los esfuerzos que dan lugar a cada estructura geológica.	Diagrama. Punto en un parcial o quiz.
	El estudiante puede asociar estructuras geológicas a tipos de esfuerzos.		
	El estudiante puede predecir qué tipo de estructuras se pueden encontrar en una determinada zona.		
Unidad 10. Volcanes.			
Comprender cómo y por qué se da la actividad volcánica y los factores que dan lugar a diferentes manifestaciones de esta.	El estudiante puede explicar los mecanismos detrás del volcanismo.	En un perfil el estudiante dibuja cómo y por qué se da el volcanismo.	Diagrama.
	El estudiante puede reconocer los diferentes tipos de volcanes en función de sus características físicas y de erupción.	El estudiante puede graficar los tipos de volcanes en función de diferentes características.	Gráfica. Punto en un parcial/quiz.
Unidad 11. Evolución de la Tierra.			
Comprender la estructura interna de la Tierra.	El estudiante puede identificar las capas de la Tierra en función de su composición y en	El estudiante puede explicar en un diagrama las capas de la Tierra.	Diagrama. Punto en parcial/quiz.

	función de sus propiedades físicas.		
Unidad 12. Glaciares, desiertos y líneas de costa.			
Comprender como funciona el clima en la Tierra y las diferentes condiciones en distintos ambientes.	El estudiante puede discutir y argumentar sobre cómo se verían afectadas las condiciones climáticas en la Tierra si cambiaran algunas variables de la teoría de Milankovitch.	El estudiante puede enumerar las consecuencias de los cambios o alteraciones hipotéticas en el ciclo de Milankovitch.	Ensayo. Punto en parcial/quiz.
	El estudiante puede diferenciar entre los diferentes tipos de costas.	El estudiante puede señalar y llamar en un diagrama diferentes tipos de líneas de costa.	Diagrama.
Unidad 13. Cartografía y determinación de rocas de campo.			
Entender y aplicar una metodología basada en el método científico para describir y comprender una zona geológica.	El estudiante puede recopilar información, analizar e identificar las rocas en campo.	Trabajo de campo. Informe que debe incluir tabla de clasificación de muestras. etc.	Informe de campo.
	Aplicar el método científico en la toma de datos, formulación de hipótesis, análisis de datos y muestras y consolidación de las diferentes piezas de información para comprender geológicamente un área determinada.		

ANEXO 2 – SÍLABO DE GEOCIENCIAS PARA EL PERIODO 2017-1

PLANTILLA BÁSICA PARA EL DISEÑO MICRO-CURRICULAR

1. IDENTIFICACIÓN:

NOMBRE ESCUELA:	ESCUELA DE CIENCIAS
NOMBRE DEPARTAMENTO:	CIENCIAS DE LA TIERRA
NOMBRE DEL PROGRAMA:	GEOLOGIA
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	GEOLOGIA
NOMBRE ASIGNATURA EN ESPAÑOL:	GEOCIENCIAS
NOMBRE ASIGNATURA EN INGLÉS:	GEOSCIENCES
CÓDIGO:	CT0230
SEMESTRE DE UBICACIÓN:	I
INTENSIDAD HORARIA SEMANAL:	6 Horas semanales
INTENSIDAD HORARIA SEMESTRAL:	96 Horas semestral
CRÉDITOS:	4
CARACTERÍSTICAS:	Suficientable

2. JUSTIFICACIÓN DEL CURSO:

Las ciencias de la tierra son extremadamente útiles debido a que nos ayudan a comprender los fenómenos naturales que nos rodean. Específicamente, nos permiten entender y predecir el comportamiento de los sistemas terrestres y el universo. Encontrar adecuadamente recursos naturales como agua subterránea, petróleo y metales. Conservar suelos y mantenimiento de la productividad agrícola. Obtener recursos naturales de manera limpia. Reducir el sufrimiento humano resultante de desastres naturales como erupciones volcánicas, sismos, inundaciones, deslizamientos, huracanes y tsunamis. Definir el balance entre la demanda de recursos naturales y el sostenimiento de ecosistemas y entender patrones climáticos globales. Debido a esto, este curso es la primera noción de como mediante la observación y la curiosidad acerca del mundo natural es posible construir el conocimiento geo-científico que ha ayudado a definir los anteriores temas y que cada vez se hace más importante en el mundo contemporáneo.

3. PROPÓSITO U OBJETIVO GENERAL DEL CURSO:

Proporcionar al alumno una visión general de los procesos geológicos que han

ocurrido en la tierra desde su formación, 4500 millones de años atrás, hasta el día de hoy. Con base en este conocimiento, el alumno estará en capacidad de describir los siguientes aspectos: (i) origen del sistema solar y el planeta tierra, (ii) origen de los principales minerales formadores de rocas, (iii) origen de los principales tipos de !

rocas, (iv) entendimiento del ciclo de las rocas y como esta dinámica ha deformado las rocas en la corteza terrestre, (v) tener nociones del tiempo geológico y como gracias al conocimiento de esto y la tectónica de placas se pueden hacer predicciones acerca de la distribución espacial y temporal de las rocas, (vi) origen y relación de la atmósfera, hidrosfera y biosfera con la geosfera a lo largo del tiempo geológico y finalmente (vii) entender acerca de la toma de datos empíricos geológicos que ayudan a determinar todo lo anterior mediante una salida de campo.

4. COMPETENCIAS BÁSICAS QUE EL ALUMNO ESTARÁ EN CONDICIONES DE LOGRAR:

Competencias Generales

- Tener el conocimiento básico acerca la ciencia de la geología y como se puede llegar a ella mediante la toma de datos empíricos.
- Entender y utilizar el concepto de uniformitarianismo.
- Capacidad de utilizar el método científico.
- Cartografiar, correlacionar, e interpretar datos obtenidos en diferentes cuerpos rocosos.

Competencias Específicas

Entendimiento de la construcción e importancia del conocimiento en ciencias de la tierra.

5. DESCRIPCION ANALITICA DE CONTENIDOS: TEMAS Y SUBTEMAS:

- 5.1. Introducción al curso
- 5.2. Origen estructura y edad del Sistema solar y la Tierra
- 5.3. Minerales
- 5.4. Rocas Ígneas
- 5.5. Rocas Metamórficas
- 5.6. Rocas Sedimentarias
- 5.7. Estructuras y deformación de rocas
- 5.8. Tiempo Geológico

5.9. Tectónica de placas

5.10. Volcanes

!

5.11. Evolución de la tierra a lo largo del tiempo

5.12. Océano - Atmósfera.

5.13. Clima a través de la historia terrestre

5.14. Cartografía y determinación de rocas en el campo

Salida de campo de 4 días (15 a 18 de Mayo 2017) al sur oeste de Medellín (Municipio de Titiribí y alrededores). Este ejercicio está dedicado a la observación directa de las rocas, la identificación de afloramientos y el manejo de los conceptos básicos de cartografía geológica que permitan al estudiante determinar la historia geológica de una región específica.

6. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS Y DIDÁCTICAS:

El ejercicio del pensamiento científico y critico requiere que los estudiantes se involucren activamente en investigación y que tengan ideas y preguntas para poder postular hipótesis acerca de los procesos geológicos. Para facilitar este proceso, las clases de esta asignatura serán basadas en las siguientes actividades: (i) clase presencial, (ii) laboratorios, (iii) discusión de lecturas dirigidas y (iv) salida de campo.

7. RECURSOS:

7.1. Locativos:

Aulas de clase con mapas y salida de campo.

7.2. Tecnológicos:

Computadoras con procesador de palabras.

7.3. Didácticos:

Mapas geológicos.

8. CRITERIOS Y POLÍTICAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN ACADÉMICA:

Por favor leer las disposiciones contempladas en los reglamentos estudiantiles de pregrado y de posgrado, según correspondan. Ver artículos 61, 64, 65 y 66 en la página <http://www.eafit.edu.co/institucional/reglamentos/Documents/pregrado/regimen-academico/cap5.pdf>

El curso tendrá dos exámenes acumulativos de carácter teórico-práctico (cada uno 25%), laboratorios (25%) e informe (incluyendo libretas) de la salida de campo (25%).

9. BIBLIOGRAFIA GENERAL:

Brysson, B. 2003. A Short History of Nearly Everything. Broadway Books.

Hamblin, W. et al. 2005. Earth's Dynamic Systems. 13 ed. Prentice Hall.

Hazen, R. M. 2012. The Story of Earth: The first 4.5 Billion years, from Stardust to Living Planet. Penguin Books.

!

Tarback, E.J. et al. 2009. Earth Science. 12 ed. Prentice Hall.

!

10.NOMBRE DEL PROFESOR COORDINADOR DE MATERIA Y NOMBRE DE PROFESORES DE LA MATERIA QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN.

Coordinador: Andrés L. Cárdenas y Luis Gabriel Correa

11.REQUISITOS DEL PROCESOS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

11.1.Versión número: 001

11.2.Fecha elaboración: 24 de Diciembre 2016

11.3.Fecha actualización: NA

11.4.Responsable: Andrés L. Cárdenas y Luis Gabriel Correa

11.5.Aprobación: _____

ANEXO 3 – GUIÓN VIDEO INTRODUCTORIO CURSO DE GEOCIENCIAS

SCRIPT

“INTRODUCCIÓN AL CURSO DE GEOCIENCIAS”

By

ANA M. CONTRERAS

FADE IN:

PRESENTACIÓN DEL CURSO DE GEOCIENCIAS

Fondo blanco. El Profesor está al frente de la cámara.

**JOSE FERNANDO DUQUE. PRESENTACIÓN
COMO JEFE DE CARRERA.**

Mi nombre es José Fernando Duque. Quiero darle la bienvenida al programa de Geología. Para empezar, quisiera presentarme.

Actualmente me desempeño como el jefe de Carrera de Geología. Durante mi carrera me he desarrollado como investigador principalmente en el estudio de procesos tectónicos a nivel regional a partir de las relaciones entre magnetismo, deformación y procesos geodinámicas. Adicionalmente he participado en proyectos de investigación relacionados

con en el uso del magnetismo ambiental como herramienta para la evaluación de contaminación ambiental.

JOSE FERNANDO DUQUE. REFLEXIÓN SOBRE LA GEOLOGÍA.

La Geología es una ciencia fundamental debido a que esta permite comprender la historia y los fenómenos naturales que suceden en el planeta Tierra y otros cuerpos planetarios. Además: (i) posibilita la búsqueda, encuentro y prospección adecuada de recursos naturales como agua subterránea, petróleo y minerales, (ii) Conservar suelos y el mantenimiento de la productividad agrícola, (iii) Reducir la afectación de las comunidades debida a desastres naturales tales como erupciones volcánicas, sismos, inundaciones, deslizamientos, huracanes y tsunamis, y, (iv) definir el balance entre la demanda de recursos naturales y el sostenimiento de ecosistemas y entender patrones climáticos globales.

JOSE FERNANDO DUQUE. PRESENTACIÓN DEL CURSO DE GEOCIENCIAS.

El curso de geociencias es un curso introductorio a la geología, en el que se hace una breve introducción a los procesos y fenómenos naturales que tienen lugar en la Tierra; los elementos que componen el sistema tierra, el origen y uso de los recursos naturales, y las diferentes aplicaciones de la geología. Este curso es un primer acercamiento a como mediante la observación y la curiosidad acerca del mundo natural es posible construir conocimiento geo-científico.

JOSE FRNANDO DUQUE. PRESENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA.

El curso está dividido en diferentes módulos, cada uno con una temática distinta. Para cada tema y subtema se espera que el estudiante aprenda unos conceptos y procesos básicos y que posteriormente pueda no sólo definirlos sino también comprenderlos en

diversos contextos y situaciones. Se espera también como parte de la formación práctica, que el estudiante pueda aplicar los conocimientos adquiridos en el análisis de situaciones reales en el campo.

FADE OUT: THE END

ANEXO 4 – GUIÓN VIDEO INTRODUCTORIO A LA UNIDAD 1 – “ORIGEN DEL UNIVERSO, EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA”

SCRIPT

“INTRODUCCIÓN UNIDAD 1. ORIGEN DEL UNIVERSO, EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA”

By
ANA M. CONTRERAS

FADE IN:

INTRODUCCIÓN. UNIDAD 1

Fondo blanco. El Profesor está al frente de la cámara.

ANDRES CARDENAS. PRESENTACIÓN COMO
DOCENTE DE LA MATERIA.

Mi nombre es Andrés Cárdenas. Bienvenidos a curso de Geociencias. Para empezar, quisiera presentarme.

Actualmente me desempeño como profesor de Paleontología y Estratigrafía. Durante mi carrera me he desempeñado como investigador particularmente en el estudio de la estratigrafía y la paleontología como medios para determinar de forma cuantitativa los

factores geológicos que han controlado la arquitectura estratigráfica de una cuenca y lo procesos evolutivos a largo plazo.

ANDRES CARDENAS. REFLEXIÓN SOBRE LA CIENCIA.

Los primeros registros que se conocen que dan cuenta de las incógnitas que afanaban a nuestros ancestros van hasta los primeros filósofos griegos. Los filósofos se dedicaban a observar el mundo que los rodeaba y a hacer conjeturas basadas en sus observaciones de la manera más intuitiva. Aunque hoy en día sabemos que muchas de las explicaciones que estos filósofos aportaron son erradas, en su momento brindaron una ventana para comprender nuestro mundo y el porqué de las cosas.

Originalmente, muchas civilizaciones han atribuido los fenómenos que no pueden explicar, a algún tipo de fuerza o ser de naturaleza sobrenatural. Hace ya más de medio milenio, surgió otra forma de abordar estas incógnitas, diferente a atribuir lo que no podemos explicar a algún ente de otra naturaleza. Hubo muchos factores que permitieron abordar estos interrogantes humanos de manera distinta. Hoy en día, se le conoce a esta nueva forma como ciencia.

ANDRES CARDENAS. REFLEXIÓN SOBRE EL ORIGEN DEL UNIVERSO.

Nuestra experiencia en la Tierra nos ha guiado naturalmente a concentrarnos en los eventos y fenómenos locales cuando hablamos y contamos historias del origen de lo que conocemos. Sin embargo, todos nuestros avances en el conocimiento del cosmos han revelado que vivimos en un grano de polvo, que orbita una estrella mediocre en los lejanos suburbios de una galaxia, entre millones y millones de galaxias en el Universo, y

que nuestra existencia es quizás bastante irrelevante e insignificante en un panorama universal. (Tyson & Goldsmith, 2004).

ANDRES CARDENAS. OBJETIVOS DEL CURSO.

En esta unidad se abordará el tema más esencial de las Ciencias de la Tierra. ¿Cómo y dónde empezó todo? Exploraremos desde el origen del Universo, pasando por la creación de los elementos, hasta llegar al desarrollo del Sistema Solar, y finalizaremos con los primeros 500 millones de años de nuestro Planeta Tierra.

Se espera que a partir no solamente de la explicación acerca de cómo surgió el universo, sino también de los sucesos científicos más importantes y relevantes en este largo camino, se pueda dar un vistazo de cómo funciona la ciencia y los principios básicos en el razonamiento científico.

Una vez estudiado el material, se espera que puedan sintetizar lo que se conoce actualmente sobre el origen de la Tierra y el Sistema Solar, y los eventos más importantes que tuvieron lugar en este proceso a través de una actividad de síntesis de la información. Además, se espera que puedan identificar las distintas capas en las que se ha dividido la Tierra y el porqué de estas diferencias por medio de una actividad interpretativa.

FADE OUT: THE END

ANEXO 5 – GUIÓN VIDEO INTRODUCTORIO A LA UNIDAD 2 – “EL MÉTODO CIENTÍFICO”

SCRIPT

“INTRODUCCIÓN UNIDAD 2. EL MÉTODO CIENTÍFICO”

By

ANA M. CONTRERAS

FADE IN:

INTRODUCCIÓN. UNIDAD 2

Fondo blanco. El Profesor está al frente de la cámara.

ANDRES CARDENAS. PRESENTACIÓN DE LA
UNIDAD.

En esta unidad se pretende mostrar cómo funciona la ciencia. Veremos qué es el razonamiento científico y en qué consiste, con el fin de poder reconocer los componentes de éste y a que se refieren y cómo se utilizan palabras como Hipótesis, Teoría y Ley científica.

Para tal propósito, evaluaremos un caso de la vida real, la formulación de la Teoría de Placas Tectónicas. Esta teoría es el resultado de una ardua labor científica en la que

hubo contribuciones de muchas áreas de la ciencia, y que sin duda es una de las teorías más importantes de nuestro tiempo.

ANDRES CARDENAS. REFLEXIÓN SOBRE LA CIENCIA.

Es muy común cuando se habla del quehacer científico, del proceso de razonamiento científico y la naturaleza de la ciencia, que haya concepciones alternas sobre lo que cada una de estas implica. Uno de los mitos más ampliamente extendidos sobre la ciencia es que solo hay un método científico general y que puede y debe ser aplicado para todo. Este por lo general se describe en los siguientes pasos: definición o planteamiento de un problema, planteamiento de una hipótesis o varias, diseño de un experimento o método, experimento, y evaluación y reporte de la evidencia. Esto puede obedecer a como se presentan por regla general la investigación en los boletines científicos. Sin embargo, quien haya trabajado alguna vez en investigación, sabe que la ciencia es un proceso reflexivo, que depende en gran medida del contexto y que es también poco predecible.

Si bien el desarrollo científico y tecnológico ha permitido grandes descubrimientos, generalmente se le da más importancia al resultado en sí y no al proceso de investigación y razonamiento, haciendo a un lado una parte de la experiencia de la investigación que es muy importante. Este elemento Jesse Gould vital de la labor científica consiste en abordar las dificultades, realizar cambios en el diseño del método o el experimento, replantear nuevas hipótesis, y descartar otras, y finalmente después de un largo proceso llegar a una conclusión. Muchas veces hay resultados o líneas de investigación que no conducen a nada, otras veces es necesario modificar el experimento o realizarlo de nuevo o es necesario replantear las hipótesis para cambiar de perspectiva.

Es importante también tener presente que una de las características de la ciencia, es que esta no puede probar nada. Por medio de la investigación, de la ciencia, se pueden obtener resultados y una evidencia que soporte una hipótesis, pero no se puede probar

nada. Es quizás una de las características más importantes de la ciencia, que hacen necesario revisar las ideas cada vez que aparece nueva información o cuando los resultados son observados e interpretados desde otra perspectiva.

ANDRES CARDENAS. PRESENTACIÓN DE CONCEPTOS.

Con el fin de desarrollar nuevo conocimiento, se puede seguir un proceso lógico, básico y universalmente aceptado, conocido como el método científico. Este proceso inicia con una *observación*, acompañada de una toma de datos o medidas. A partir de la observación y los datos recolectados, se intenta formular una explicación de cómo y por qué algo es como es. A esto se le conoce como *hipótesis*. Esta es una explicación no probada, es decir, es solamente una idea basada en una observación.

Debido a que las hipótesis deben ser sometidas a prueba y pueden ser descartadas, es bueno iniciar esta labor de descarte con varias hipótesis en mente. A esta etapa de prueba se le conoce como *experimento* y es la etapa en la que se ponen a prueba las hipótesis.

Finalmente, con la recolección y el análisis de los resultados obtenidos en la etapa de experimentación, pueden suceder varias cosas. Las hipótesis pueden ser descartadas, o puestas a prueba nuevamente con algunas modificaciones en el experimento, o pueden ser aceptadas.

Cuando una hipótesis ha sido sometida a varias pruebas, se ha recolectado suficiente evidencia de diferentes áreas de la ciencia y se han descartado otras hipótesis, esta puede considerarse una *teoría*. Aunque esta palabra es utilizada coloquialmente para referirse a cualquier tipo de idea, en realidad implica que es la explicación que mejor explica unos hechos, que es ampliamente aceptada y que tiene una amplia gama de evidencia que la respalda.

FADE OUT: THE END.

ANEXO 6 - RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 1, ACTIVIDAD 1.

LECTURA “ORIGEN DEL UNIVERSO, EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA”.

El origen del universo, el sistema solar y la Tierra.

“Whatever will be told here may turn out to be wrong in the near future.

Nevertheless, it is so impressive that it is worth reporting.”

Victor Weisskopf, 1989.

Aquí se presenta lo que se conoce hasta el día de hoy acerca del origen de nuestro mundo, y las piezas de evidencia utilizadas en la formulación de los modelos que se existen actualmente.

1. El Universo

1.1 Origen del Universo

Hace más o menos 14 mil millones de años, todo el espacio, la materia y la energía que conocemos en el universo cabía en la cabeza de un alfiler (Tyson et al; 2004). Hoy en día, se cree que el universo surgió a partir de un evento conocido como el Big Bang, pero ¿Qué es el Big Bang? y ¿Qué lo ocasionó? Nada de este periodo puede ser observado, y como no puede ser observado los hechos son escasos y no se saben con ninguna certeza. Al enfrentarse a estas preguntas, es importante tener en cuenta que no hay respuestas 100% fiables, hay especulaciones guiadas por la intuición y la imaginación, respaldadas por el conocimiento que se tiene de la física, que permiten concluir lo que pudo haber sucedido (Weisskopf, 1989)

Como se mencionó anteriormente, hace miles de millones de años todo, absolutamente todo, estaba comprimido en un espacio tan ínfimamente pequeño, que no se puede hablar de las dimensiones de éste. A este espacio infinitamente compacto se le conoce como singularidad (Figura 1). Es natural imaginarse esta singularidad como un punto suspendido en el espacio, en la infinita oscuridad, pero debemos recordar que no había nada para este entonces, ni espacio, ni oscuridad, ni absolutamente nada a su alrededor. Y así, de la nada, nuestro universo comenzó (Bryson, 2003).

Es importante tener en cuenta que, aunque es común referirse a este primer evento como el Big Bang, muchos libros sugieren no pensar en éste como una explosión en un sentido convencional sino más bien como una gran expansión que inició repentinamente. Pero, ¿Qué ocasionó esta rápida expansión? Hay quienes sugieren que esta singularidad es el relictos de un universo anterior al nuestro (Bryson, 2003). Otros atribuyen el Big Bang a un concepto que se conoce como “falso vacío”, una región en la que hay energía, pero no hay materia y que es supremamente inestable y puede expandirse de repente y de manera explosiva (Weisskopf, 1989).

Cualquiera que haya sido el detonador de esta rápida y repentina expansión del universo, lo más interesante del Big Bang es lo que sucede después. Todo lo que se sabe, o lo que se cree saber, es gracias a una idea conocida como la Teoría de la Inflación (Tyson et al., 2004). Esta teoría afirma que inmediatamente después de crearse, el universo atravesó un periodo de rápida expansión, alcanzando el doble de su tamaño cada 10^{-34} segundos. Se cree que este evento duró aproximadamente 10^{-30} segundos, y que de esta forma el universo pasó de ser algo que se podía sostener en la mano, a algo millones de millones de millones de veces más grande (Bryson, 2003).

Paralelo a este proceso de expansión, hasta 10^{-43} segundos después del evento, la temperatura superaba los cientos de miles de millones de grados centígrados (Weisskopf, 1989). Bajo estas condiciones, los fotones se convirtieron espontáneamente en pares de partículas de materia conocidos como quarks y electrones y sus pares de carga opuesta que corresponden a la antimateria. La continua expansión del universo estuvo acompañada por un periodo de enfriamiento durante el cual la energía de los fotones continuó disminuyendo, y los pares de partículas de materia y antimateria ya no podían crearse de forma espontánea a partir de los fotones disponibles. Todos los pares de partículas de materia y antimateria se fueron anulando entre sí, y por razones desconocidas hubo un desbalance entre materia y antimateria, dejando el universo con una partícula de materia por cada 1000 millones de fotones, y ninguna partícula de antimateria. Esto es importante porque de no haberse dado este desbalance entre materia y antimateria, la expansión del universo habría estado compuesta por luz, y nada más (Tyson et al., 2004).

En un periodo de más o menos tres minutos después de la gran expansión, la materia se convirtió en protones y neutrones, muchos de los cuales se combinaron para crear las formas más simples de núcleos atómicos (REF). Cuando el universo logró enfriarse por debajo de unos miles de grados Kelvin, los electrones libres fueron atraídos por los núcleos atómicos, formando los primeros átomos de hidrógeno, helio y litio, los tres elementos más livianos. Los fotones que quedaron libres pueden ser observados hoy y se conocen como la radiación de fondo de microondas o CMB (Cosmic Microwave Radiation) por sus siglas en inglés. Durante los primeros miles de millones de años el universo continuó expandiéndose, haciéndose cada vez más frío mientras la materia disponible se acumulaba formando lo que hoy conocemos como galaxias. Dentro del volumen del cosmos que podemos observar, se formaron más de 100 mil millones de galaxias, cada una conteniendo cientos de miles de millones de estrellas que experimentan fusión termonuclear en su núcleo. Estas estrellas que contienen hasta 10 veces la masa del sol alcanzan una temperatura y presión en su interior lo suficientemente alta para producir docenas de elementos más pesados que el hidrógeno. Posteriormente, estas estrellas explotan, esparciendo una cantidad de elementos pesados en todas direcciones hacia el espacio.

1.2 ¿De dónde proviene esta información?

Ahora bien, ¿Cuáles son estas observaciones y en que consiste la evidencia que permite la formulación de esta Teoría? En su libro “A short history of nearly everything”, Bill Bryson documenta de manera excepcional los descubrimientos y acontecimientos más importantes de finales del siglo IXX y comienzos del siglo XX, que de una u otra forma contribuyeron en la formulación de la Teoría del Big Bang. Inicialmente conocida como “La hipótesis del átomo primitivo”, fue introducida en 1931 por un sacerdote católico llamado Georges Lemaître. Esta teoría es el resultado de una serie de descubrimientos y observaciones, que uno a uno, fueron brindando un mejor entendimiento de nuestro universo. Sin embargo, las principales evidencias son el descubrimiento de la continua expansión del Universo y la radiación de fondo de microondas (White, 2013).

La serie de eventos se remonta a la década de 1912. En un observatorio de Arizona un astrónomo llamado Vesto Slipher se encontraba tomando medidas espectroscópicas de las estrellas, y descubrió que daban la impresión de estar alejándose cada vez más unas de otras. Las estrellas mostraban signos de algo parecido al efecto Doppler, que también aplica para la luz, y en el caso de las galaxias se conoce como “desplazamiento hacia el rojo”. Slipher fue el primero en notar este efecto que ocurría con la luz y la relevancia que tenía para el entendimiento del cosmos. Sin embargo, no recibió mucha atención y el crédito del descubrimiento lo recibió Edwin Hubble (Bryson, 2003).

En 1919, Edwin Hubble, un astrónomo americano, empezó a trabajar en el observatorio Mount Wilson en California. Para este entonces se creía que había solamente una galaxia, la Milky Way, y que todos los cuerpos brillantes hacían parte de esta o eran bolas de gas en algún lugar lejano en el espacio (Figura 1). Durante la siguiente década, Hubble decidió taclear una de las preguntas más fundamentales del universo: ¿Qué tan grande y viejo es? A partir del descubrimiento de unos marcadores en el espacio y el principio descubierto por Slipher, en 1924 Hubble descubrió que el universo era mucho más grande de lo que se había supuesto y que además había millones de galaxias, y no solo una como se pensaba hasta entonces, que se estaban alejando de nuestra galaxia (Bryson, 2003).

Lo que esto implicaba era que el universo se estaba expandiendo, las galaxias más lejanas, de hecho, se estaban moviendo a mayor velocidad que las más cercanas. Pero, hay una conclusión más dramática aún, y es que, si nos devolvemos en el tiempo, debe haber un momento en que las galaxias estaban muy cerca unas de otras y que todo estaba comprimido en un punto. Esto demostraba que el universo no era infinito, no había existido siempre y no era estático, como se pensaba hasta entonces (Bryson, 2003).



Figura 1. Esta imagen tomada por el telescopio espacial Hubble en el 2013 revela miles de galaxias en diferentes lugares del espacio. Solo algunos de estos puntos brillantes son estrellas dentro de nuestra galaxia (NASA, 2016).

Finalmente, llega el turno de Georges Lemaître, quien en 1931 sugiere que el universo inició como un “átomo primitivo” que comenzó repentinamente a expandirse y lo ha estado haciendo desde entonces en todas las direcciones. Esta idea, aunque está lejos de ser lo que se conoce actualmente cómo la teoría del Big Bang, fue sin duda una idea adelantada a su época que pavimentó el camino para la posterior consolidación y formulación de la teoría. No fue sino hasta 1964 que se consiguió la última pieza de evidencia necesaria para fortalecer la teoría del Big Bang. Fue en esta época donde dos astrónomos, Arno Penzias y Robert Wilson, descubrieron por equivocación lo que se conoce como la radiación de fondo de microondas. Esta radiación es un remanente del Big Bang y corresponde a los fotones que se encuentran libres en el espacio y que fueron

disparados durante la gran expansión (Figura 2). La radiación de fondo es constante e igual sin importar desde que punto se mida. Una de las predicciones de este modelo es que existen pequeñas variaciones en la temperatura de este fondo cósmico de microondas (Bryson, 2003).

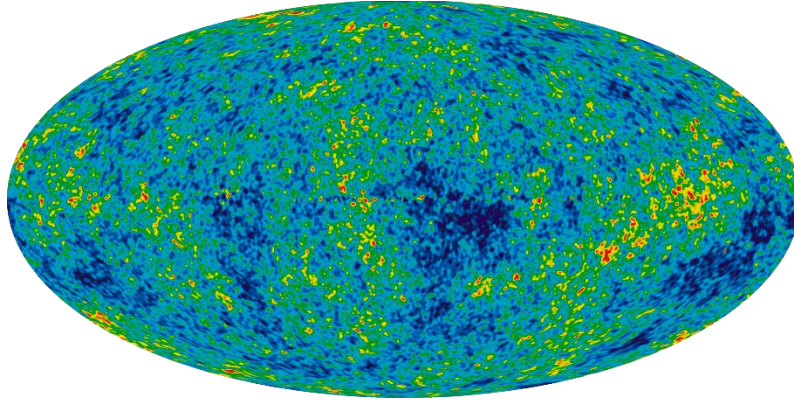


Figura 2. Mapa de las anisotropías de la radiación de fondo de microondas producido por la NASA. El rojo representa las regiones ligeramente más calientes, y el azul las regiones ligeramente más frías (Tyson et al., 2004).

2. El Sistema Solar

2.1 Nébula solar

Para entender cómo y de dónde surgió el sol en el sistema solar, es importante entender cómo se forman las estrellas, lo que sucede al interior de éstas, y qué implicaciones tienen estas reacciones en el origen de nuestro sistema solar. Robert Hazen, un reconocido astro biólogo, describe este proceso en su libro titulado “La historia de la Tierra”, en donde explica brevemente este proceso de formación de estrellas y las reacciones que le suceden, hasta el momento en que al parecer se origina el sol.

El en contexto universal, el sistema solar es relativamente joven, formado hace apenas aproximadamente 4600 millones de años. Anteriormente se explicó brevemente cómo se materializaron las primeras partículas de materia a partir de energía pura, y cómo éstas se combinaron para formar partículas más grandes hasta formar los primeros átomos. Ahora bien, una fuerza primordial en la formación de partículas más grandes, es la fuerza de la gravedad. A pesar de que los átomos son supremamente pequeños, al juntarlos

pueden lograr ejercer una fuerza gravitacional colectiva impresionante (Hazen, 2012). Las primeras estrellas se formaron a partir de la agrupación de átomos de hidrógeno, creando condiciones extremas de presión y temperatura hacia el núcleo de estos cuerpos. Bajo estas condiciones se desencadena un proceso conocido como nucleosíntesis que es el proceso de creación de nuevos núcleos atómicos a partir de la fusión nuclear (White, 2013).

Durante el proceso de fusión nuclear los electrones se desprenden de los átomos, dejando protones y neutrones libres, que luego se unen y como resultado de este proceso de colisión, ocasionado por las condiciones extremas de presión y temperatura al interior de las estrellas, se forman los átomos de helio. Estos átomos de helio son un poco menos masivos que los átomos de hidrógeno originales, y esta diferencia de masa se convierte en energía calorífica que promueve más reacciones. En núcleo de la estrella se vuelve cada vez más rico en helio, a medida que disminuyen los átomos de hidrógeno. A pesar de agotar las reservas de hidrógeno, las altas temperaturas al interior de la estrella aún permiten que se continúe llevando a cabo el proceso de fusión nuclear. Los elementos continúan formándose a expensas de otros elementos hasta que la estrella alcanza la fase del hierro. (Figura 2). En este punto, la estrella ha creado ya los 26 primeros elementos de la tabla periódica. Desde el núcleo hacia afuera de la estrella, conforme desciende la temperatura, se encuentran otros elementos cada vez más livianos, como el oxígeno, el nitrógeno, el carbono, hasta llegar al hidrógeno en la capa más exterior de la estrella (White, 2013).

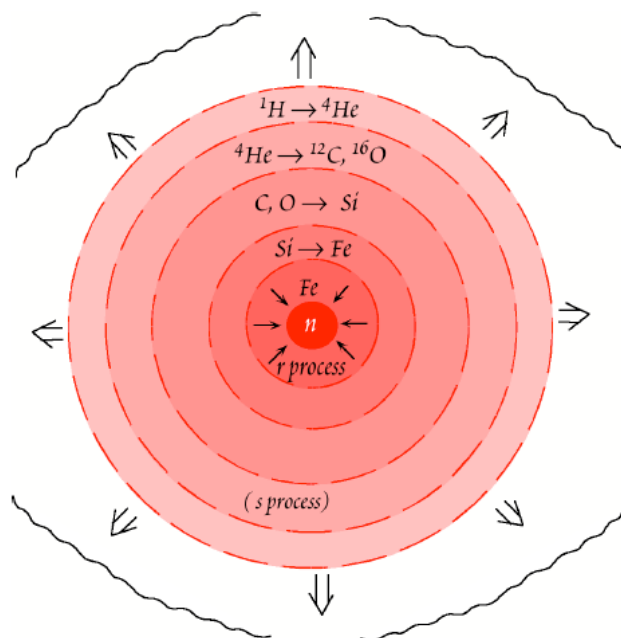


Figura 3. Diagrama de la estructura estelar en el comienzo de la etapa de supernova. El proceso nuclear es ilustrado en cada etapa. (White, 2013).

Este proceso de fusión nuclear acaba con la formación del hierro debido a que éste tiene la energía más baja de los núcleos atómicos y por lo tanto no se puede extraer energía nuclear de la fusión del hierro con ningún otro elemento (Tyson et al., 2004). Hasta este punto, la estrella ha mantenido un equilibrio estable en el que la fuerza de la gravedad, que atrae todo hacia el centro de la estrella y las reacciones nucleares, que ejercen una fuerza desde el centro hacia afuera, se contraponían en equilibrio. Cuando el núcleo consiste principalmente de hierro, y las reacciones nucleares cesan, la estrella colapsa formando una supernova, haciéndose pedazos que salen disparados a grandes velocidades en todas las direcciones (Hazen, 2012).

Con la explosión de estas primeras estrellas, se liberaron una gran cantidad de estos elementos en el espacio. Pero al mismo tiempo, al interior de estas estrellas en explosión, los elementos se fusionaron de nuevas formas y aparecieron los primeros elementos raros como el oro, la plata, el cobre, el zinc, el arsénico, el mercurio, el uranio y el plomo. Todos estos elementos a su vez, fueron lanzados al espacio en donde se combinaron con otros de diferentes maneras mediante reacciones químicas. Estas reacciones

químicas posteriores produjeron moléculas, es decir unidades compuestas por átomos. Tras la primera explosión de estas estrellas surgió una variedad de moléculas, como la molécula del agua, el nitrógeno, el amoníaco, el metano, el monóxido de carbono y el dióxido de carbono (Hazen, 2012).

Posteriormente, la acumulación de diferentes elementos y las bajas temperaturas, permitieron que estos elementos se ordenaran en forma de cristales muy pequeños, formándose así los primeros minerales. Estos pequeños cristales constituyen el polvo cósmico. Paralelamente, los restos de las estrellas que colapsaban, se veían nuevamente atraídos por la fuerza de la gravedad hacia otros grupos de estrellas, que iban conformando enormes nubes de gas y polvo. A esta nube de polvo cósmico se le conoce como nébula solar (Boss, 2005).

2.2 El origen del sol

Hace más o menos 5 mil millones de años en una gran nebulosa de polvo y hielo, la nébula solar, se empezó a formar nuestro sol, marcando el inicio de nuestro sistema solar. En el transcurso de 1 millón de años esta nébula de gas y polvo empezó a girar y a contraerse a gran velocidad (McKeegan, 2005). Al colapsar, está empezó a girar más rápido volviéndose más densa y convirtiéndose en un disco aplanado con una protuberancia en el centro. Esta protuberancia se convertiría posteriormente en el sol. A medida que creció, las presiones y temperaturas internas alcanzaron el punto de fusión nuclear, dando origen al sol de nuestro sistema solar (Chambers et al., 2007).

Se cree que los planetas se desarrollaron a partir de lo que quedó en la nébula solar luego de la formación del sol. A este remanente se le conoce como nébula protoplanetaria. Una vez formado el sol, las observaciones apuntan a que los planetas se formaron a partir de la acreción de pequeños cuerpos sólidos que se fueron formando en esta nube de polvo y hielo (Safronov, 1972). Es importante recalcar que el modelo estándar ha sido diseñado para explicar la formación de planetas en el sistema solar. Los intentos por adaptar el modelo en la reconstrucción de otros planetas que orbitan otras estrellas, han demostrado que la formación de los planetas difiere altamente de un sistema solar a otro (Chambers, 2005).

2.3 El origen de los planetas

La primera etapa de la formación planetaria es la menos comprendida. Aún hacen falta observaciones cruciales de las etapas iniciales en la formación de planetas, y en consecuencia no se han formulado teorías que expliquen realmente cómo se formaron los planetas (Tyson et al., 2004). Aunque aún no se sabe con certeza como los planetas se pudieron haber empezado a formar a partir de polvo y gas, una vez iniciado el proceso y habiéndose creado objetos más grandes se puede intuir que sucedió después. A grandes rasgos, las hipótesis proponen que los planetas se formaron a partir de una nebulosa, y que estas partículas de polvo y gas que rodeaban el sol primitivo se condensaron en pequeñas masas, que fueron creciendo y por lo tanto su fuerza gravitacional también incrementó, atrayendo a más partículas y haciéndose cada vez más grandes (Chambers, 2005).

Existen dos posibilidades que pueden explicar cómo se formaron los primeros cuerpos lo suficientemente grandes para tener un centro de gravedad significativo. Sin embargo, ambas presentan diferentes problemas. La primera hipótesis sugiere que los planetas se empezaron a formar a partir de un proceso de acreción, sin embargo, las partículas de polvo y hielo disponibles en ese momento eran demasiado pequeñas para que la atracción gravitacional entre éstas las pudiera mantener unidas. Adicionalmente, para que los planetas se formaran a partir de este proceso de acreción habría sido necesario mucho más tiempo, casi 100 veces más. El otro mecanismo consiste en vórtices gigantes que atrajeron a miles de millones de estas partículas hacia su centro, forzándolas a aglomerarse en pequeños volúmenes, lo suficientemente grandes para atraer más partículas. Este modelo parece explicar muy bien la formación de los núcleos de planetas gaseosos como Júpiter y Saturno, pero no explica muy bien cómo se pudieron haber formado los Urano y Neptuno (McKeegan, 2005).

Los primeros cuerpos, de más de 1 kilómetro en diámetro, son denominados planetesimales. Estos planetesimales son lo suficientemente grandes para ejercer una fuerza gravitacional significativa sobre otros objetos de tamaño similar. El paso de uno planetesimal cerca a otro, sin chocar, aumentaba la velocidad de éste. Por el contrario,

al chocar, la velocidad de los dos disminuía como resultado de la atracción gravitacional entre ambos. Esto es relevante porque este fenómeno junto con el arrastre del gas nebular disminuyó en gran medida la velocidad de estos protoplanetas al mismo tiempo que hacia las órbitas de estos más circulares y coplanarias. A partir de la acreción de estos cuerpos se crearon los primeros núcleos planetarios (Chambers, 2005). El proceso de acreción se prolongó, aumentando cada vez más en tamaño, y finalizando con una delgada capa de gas, al menos para el caso de planetas como Venus, la Tierra y Marte. En el caso de Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, esta capa de gas posterior a la formación del núcleo es supremamente más gruesa y está compuesta principalmente por hidrógeno y helio. Esta acumulación de gas en estos 4 planetas se debe a su distancia con respecto al sol, ya que en esta zona había mayor concentración de polvo y gases, mientras que al interior de los restos de la nebulosa se encontraban los objetos más grandes (Tyson et al., 2004).

3. Origen de la Tierra

3.1 La Luna

La continua acreción de planetesimales, eventualmente, puede construir lo que se conoce como embriones planetarios. Estos embriones planetarios se generan a partir de la energía liberada en cada choque con otros planetesimales, y a partir del calor producido por el decaimiento de isótopos radiactivos. Estos dos factores contribuyen a que haya una diferenciación química una vez la energía disponible se fundió parcialmente el embrión planetario. Durante esta fase de formación y diferenciación, los elementos como el hierro y los elementos que tienen tendencia a combinarse con el hierro, llamados siderófilos, descienden hacia el centro del protoplaneta para formar el núcleo, mientras que los elementos más livianos como los silicatos, y los elementos litófilos, forman el manto. Esta diferenciación fue un proceso continuo y no un evento repentino, por lo tanto, los planetas grandes como la Tierra son el resultado de la acreción de embriones planetarios que ya estaban al menos parcialmente diferenciados (Chambers, 2005).

Se cree que esta etapa inicial de la Tierra fue catastrófica debido a los constantes choques de otros protoplanetas y meteoritos que se atravesaban en la órbita del planeta

en formación. Los cuerpos que chocaban con esta Tierra primitiva eventualmente acababan por consumirse debido a las altas temperaturas en la superficie y hacia el interior. Fue durante esta época que sucedió algo que durante mucho tiempo fue difícil de explicar para los científicos, la Luna. Durante mucho tiempo varias hipótesis, relacionadas con el origen de la Luna, entretuvieron a los científicos. Sin embargo, ninguno de estos modelos podía ser probado y había hechos como la inclinación de la Tierra y el gran tamaño de la Luna, que no podían ser explicados por estas hipótesis. No fue sino hasta finales de la década de los sesenta y principios de los setenta, con la oportunidad de analizar las rocas lunares que trajeron los astronautas de las misiones Apolo, que fue posible tener la primera evidencia contundente sobre la naturaleza de la luna (Hazen, 2012).

Lo que se descubrió a partir del análisis de las muestras lunares fue lo siguiente. Primero, la Luna es mucho menos densa que la Tierra, pero tiene un núcleo denso y metálico, que solo corresponde al 3% de la masa total. Segundo, la Luna no tiene rastros de elementos volátiles, lo que sugiere que probablemente hubo un evento, como un choque o una explosión, que secó la superficie de la Tierra. Tercero, la proporción de isótopos de oxígeno 16 y oxígeno 18, que varía en cada planeta dependiendo de donde se haya formado este con respecto al sol, es idéntica a la de la Tierra. Lo que esto sugiere es que la Luna se formó más o menos a la misma distancia del sol que la Tierra. Las hipótesis que había hasta entonces fueron descartadas una a una con base en esta nueva evidencia (Hazen, 2012).

Surgió entonces un modelo en donde se atribuía el origen de la Luna a un impacto oblicuo de un planeta embrión del tamaño de Marte, (teniendo en cuenta que la Luna tiene un núcleo, ya habría habido una diferenciación química), con la Tierra. El impacto generó un disco de acreción compuesto principalmente por material mantélico del embrión planetario, mientras que el núcleo del mismo terminó por fundirse con el de la Tierra. Este modelo explica el tamaño tan pequeño del núcleo lunar y la escasez de volátiles en la superficie lunar. También explica la proporción isotópica de oxígeno es idéntica a la de la Tierra, sugiriendo que ambos cuerpos se originaron a la misma distancia del sol (Chambers, Planet Formation, 2005). El hecho de el núcleo de la Luna haya permanecido

pequeño, sugiere que la colisión sucedió en las últimas etapas de la acreción planetaria, ya que, de haberse dado en una etapa más temprana, los posibles impactos subsecuentes habrían incrementado el contenido de metales. (Canup et al. *en* Chambers, 2005).

Esta hipótesis además explica que la razón por la que siempre vemos la misma cara de la Luna es porque luego del choque, el momento angular de la Tierra y la Luna se combinaron en un mismo sistema giratorio. También que la inclinación de 23 grados de la Tierra es producto de este choque, y que algunas de las anomalías planetarias en nuestro sistema solar, como el sentido de rotación de Venus y el ángulo de rotación de Urano, obedecen posiblemente a eventos de colisión similares (Hazen, 2012).

3.2 La Tierra

Anteriormente se mencionó cómo a partir de los impactos de cuerpos rocosos, la compresión gravitacional y la energía radioactiva producto del decaimiento isotópico aumentan la temperatura del embrión planetario. Uno de los eventos más significativos en la historia de la Tierra es esta diferenciación en capas concéntricas de diferente densidad y composición. Posteriormente, después de la creación de la Luna, se dio inicio a una época de enfriamiento que duró aproximadamente 500 millones de años. A esta etapa se le conoce con el nombre de eón Hadeano, y corresponde a las condiciones extremas y cambiantes que prevalecieron durante este tiempo, erupciones volcánicas, ríos de lava sobre la superficie de la Tierra y un constante bombardeo en la superficie de asteroides y cometas (Wicander et al., 2011).

Durante la etapa de diferenciación, ocurrió un hecho muy importante que le valió a la Tierra una de las características más importantes. El núcleo, donde se concentraron la gran mayoría de elementos más pesados, pero sobre todo el hierro, llevó a la generación de un campo magnético. Este campo magnético, que hoy conforma lo que se conoce como magnetosfera, constituye una especie de escudo que contribuye con el bloqueo del viento solar y rayos cósmicos. Adicionalmente, es una fuente de energía que mantiene la convección en el manto (Hazen, 2012).

Los eventos posteriores en la historia de evolución de la Tierra, consisten principalmente en una sucesión de diferentes tipos de roca. Durante este proceso de diferenciación química, se formaron masas flotantes que ascendieron hacia la superficie, formando la corteza primitiva. Esta corteza primitiva estaba enriquecida en elementos litófilos como el silicio y el aluminio, además de algunos metales pesados como el oro, el plomo y el uranio que eran solubles en estas masas fundidas ascendentes, y fueron retiradas del interior de la Tierra y se concentraron en esta corteza en desarrollo (Tarbuck et al., 2005).

La corteza primitiva estaba compuesta principalmente por peridotita, eventualmente se endureció y enfrió lo suficiente para hundirse. Posterior a esta etapa, le siguió una corteza de Basalto. Este Basalto proviene de la fusión parcial de la Peridotita que había inicialmente, y esta primera parte de la Peridotita fundida, con más calcio y aluminio, y hierro y silicio, corresponden a los elementos que forman gran parte de los minerales utilizados en la cristalización del Basalto. El Basalto formó una superficie sólida, que además gracias a su menor densidad en comparación con la peridotita, podía flotar. Adicionalmente, por ser más resistente, podía aguantar más peso, permitiendo que sobre la superficie se desarrollara un paisaje que anteriormente no había sido posible. La Tierra estaba adquiriendo un carácter propio (Hazen, 2012).

En resumen, este primer periodo de diferenciación química estableció tres divisiones básicas del interior de la Tierra, el núcleo en el interior de la Tierra, la capa más gruesa de la Tierra denominada manto que se encuentra entre el núcleo y la corteza, y la corteza primitiva que consistía en una capa delgada de roca. Como se mencionó anteriormente, esta diferenciación química permitió también que diferentes compuestos gaseosos se escaparan del interior de la Tierra y ascendieran formando gradualmente la atmósfera primitiva (Wicander et al., 2011).

Sin embargo, incluso mucho antes de la formación de esta primera superficie, ya se había dado inicio a la inevitable evolución de la Tierra como un sistema, con sus cambios y procesos y continuo desarrollo. En el interior, con la separación de zonas de distintas composiciones que posteriormente formaron la corteza, el fondo marino y los continentes, sobre la corteza con la formación de la atmósfera primitiva y los océanos y las plantas.

Y sus procesos como el calentamiento y enfriamiento y formación de cristales que poco a poco le dieron forma a lo que hoy conocemos como Planeta Tierra.

3.3 Evidencia sobre el origen del sistema solar, los planetas y la estructura de la Tierra.

Debido a que la reconstrucción de la historia de la Tierra con base en rocas terrestres es limitada, es necesario tener en cuenta otros cuerpos en el sistema solar (White, 2013). Esta otra línea de evidencia corresponde a los meteoritos y proporciona las mejores pistas para entender cómo se formó el sistema solar. Muchos de estos objetos extraterrestres corresponden a fragmentos de cuerpos más grandes y son importantes porque son muestras del material primitivo del que están hechos los planetesimales. Se cree además que la composición de éstos es muy similar a la composición del manto terrestre, ya que algunos de estos están enriquecidos en metales pesados, principalmente hierro (Tarbuck et al., 2005). Los meteoritos están clasificados de acuerdo con su composición, mineralogía y textura. Primero se dividen entre pétreos y metálicos. Los pétreos están compuestos principalmente de silicatos, mientras que los metálicos están compuestos de metales. Hay una división intermedia que corresponde a una mezcla de ambos.

Los pétreos se subdividen en condritos y acondritos, dependiendo de si hay presencia de condritos, que son pequeñas partículas esféricas que alguna vez estuvieron fundidas. Otra forma de clasificar los meteoritos es dividirlos entre primitivos y diferenciados. Los condritos constituyen los meteoritos primitivos, mientras que los acondritos constituyen los diferenciados. La característica más importante de los condritos es que sus propiedades físicas y químicas son principalmente un resultado de procesos que ocurrieron en la nébula solar, la nube de gas y polvo de la cual se formaron el sol y los planetas. Por otro lado, las propiedades físicas y químicas de los meteoritos diferenciados son principalmente el resultado de procesos de actividad ígnea que tuvieron lugar en los cuerpos de meteoritos de los que alguna vez formaron parte. En conclusión, los meteoritos primitivos dan pistas de una etapa temprana en la formación del sistema solar,

mientras que los meteoritos diferenciados proveen una visión de la diferenciación planetaria.

Como se mencionó anteriormente, la Tierra es un cuerpo dinámico y las formaciones rocosas están siendo recicladas continuamente. En consecuencia, las rocas muy antiguas no son muy abundantes ni mucho menos fáciles de encontrar. Las rocas más antiguas son de hace aproximadamente 4000 millones de años, y esta edad marca el punto en que el registro geológico acaba ya que no hay rasgos de los inicios de la Tierra en rocas terrestres (White, 2013). Además de la información que proviene del estudio de los condritos sobre los procesos de diferenciación química al interior de los planetas, hay diferentes líneas de evidencia que ofrecen una ventana hacia el interior de la Tierra.

Algunas de las observaciones son de carácter indirecto y provienen de fenómenos naturales como los terremotos. Los terremotos producen ondas sísmicas, y estas son percibidas por instrumentos sensibles en la superficie de la Tierra. Las ondas sísmicas cambian de velocidad, y se desvían o se reflejan según las propiedades de los materiales con los que se encuentran. El análisis de estos registros permite identificar donde hay un cambio en las propiedades de los materiales y por consiguiente en qué estado se encuentra dicho material, y su espesor aproximado (Tarbuck et al., 2005).

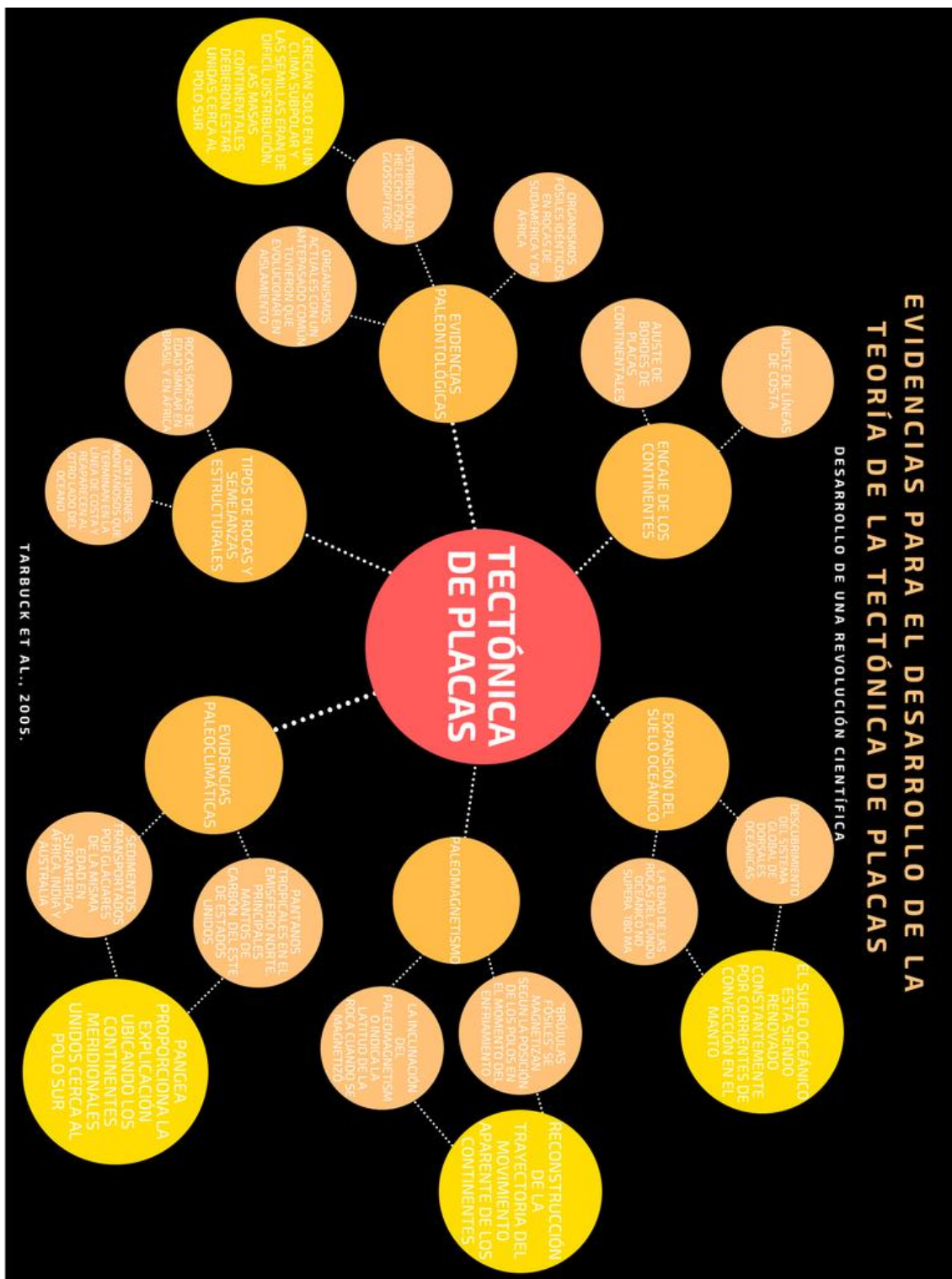
Es cierto quizás, que cada respuesta a cada pregunta que los seres humanos nos hemos hecho, no representa en si misma una conclusión, sino más bien una ventana de posibilidades de donde surgen otros cientos de preguntas. Son estas preguntas que nacen a partir de cada respuesta las que han promovido la continua investigación en diferentes áreas de la ciencia, y que en consecuencia han pavimentado las vías del desarrollo del mundo como lo conocemos. Es por esto que, como decía Weisskopf (1989), probablemente lo que se sabe, o se cree saber hoy, no sea cierto mañana, pero es tan impresionante que vale la pena documentarlo.

4. Bibliografía

Bauer, P., Gerard, F., & Minster, J. F. (2006). Observing the Earth: An international endeavour. *Comptes Rendues Geoscience*, 338(14), 949-957.

- Boss, A. P. (2005). The solar Nebula. In *Meteorites, Comets, and Planets* (pp. 63 - 82). ELSEVIER.
- Bryson, B. (2003). *A Short History of Nearly Everything*. Broadway Books.
- Chambers, J. E. (2005). Planet Formation. In *Meteorites, Comets, and Planets* (pp. 461-475). ELSEVIER.
- Chambers, J. E., & Halliday, A. N. (2007). The Origin of the Solar System. In *Encyclopedia of the Solar System* (pp. 29-52). New York: Academic Press.
- Deparis, V. (2014). A history of the global understanding of the Earth. *Comptes Rendus Geoscience* 346, 11, 275-278.
- Hazen, R. M. (2012). *La historia de la Tierra. Los primeros 4500 millones de años del polvo estelar al planeta viviente*. . OCEANO.
- McKeegan, K. (2005). Early Solar System Chronology. In *Meteorites, Comets, and Planets* (pp. 431-460). ELSEVIER.
- Safronov, V. S. (1972). *Evolution of the protoplanetary cloud and formation of the earth and the planets*. NASA.
- Tarback, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Pearson Education.
- Tyson, N. D., & Goldsmith, D. (2004). *Origins: fourteen billion years of cosmic evolution*. New York: W.W Norton & Company.
- Vodovotz, Y., & An, G. (2015). A Brief History of the Philosophical Basis of the Scientific Endeavor: How we Know What We Know, and How to Know More. In Y. Vodovotz, & G. An, *TRANSLATIONAL SYSTEMS BIOLOGY* (pp. 11-19). Elsevier.
- Weisskopf, V. (1989). The Origin of the Universe. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 42(4), 22-39.
- White, W. M. (2013). The big picture: Cosmochemistry. In W. White, *Geochemistry* (pp. 416 - 472). WILEY-BLACKWELL.
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2011). *GEOL*. Belmont: CENGAGE Learning.

ANEXO 8. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 1, ACTIVIDAD 1.
EJEMPLO DE MAPA MENTAL, TEORÍA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS.



ANEXO 8. RECURSO PARA LA AUTOEVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE SOBRE SU PERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE EN LA UNIDAD 1.

Cuestionario para la autoevaluación

Unidad 1 – Origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra

A continuación, encontrará una serie de preguntas que cubren el contenido de esta unidad. Estas preguntas están diseñadas para evaluar el conocimiento, la comprensión, la aplicabilidad y la capacidad de análisis, síntesis y evaluación. Tenga en cuenta que no se espera que responda estas preguntas, sino que responda si se considera capaz de responderlas y con qué grado de confianza. No debe escribir o entregar algo. Estas preguntas son para que pueda autoevaluarse.

Conocimiento

1. ¿Cuál es la edad del Sistema Solar?
2. ¿Cuál es la edad aproximada del Universo?

Comprensión

3. ¿Cómo se sabe la edad del Sistema Solar?
4. ¿Cómo la densidad de la corteza terrestre afecta el desarrollo de la topografía?
5. Compare los planetesimales, los embriones planetarios y los planetas.

Aplicabilidad

6. ¿Qué información podría utilizar para saber qué tan lejos del sol se ha formado un planeta?

Análisis

7. Clasifique los elementos de la tabla periódica de acuerdo al modo en el que se originaron.
8. Compare la composición del Universo, el Sol y la Tierra.
9. Compare la composición de los planetas terrestres con los planetas gaseosos.

Síntesis

10. Resuma la evidencia del Big Bang. ¿Considera que podría haber múltiples universos?

Evaluación

11. Evalúe la siguiente afirmación: “Debe haber vida en otros planetas en el Universo”.

ANEXO 9. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 1, ACTIVIDAD 2.

LECTURA “ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA”.

Unidad 1 – Origen del Universo el Sistema Solar y la Tierra

Estructura Interna de la Tierra

Anteriormente se mencionó que uno de los sucesos más importantes en la evolución de la Tierra es el desarrollo de la estructura interna en capas, como producto de la diferenciación química durante el proceso de enfriamiento (Wicander et al., 2011). A partir de esta diferenciación se generan tres capas principales conocidas como el núcleo, el manto y la corteza terrestre. Sin embargo, a partir de la interpretación de la sísmica, ha sido posible diferenciar otras capas con base en el comportamiento de los diferentes tipos de ondas al interior de la Tierra. Como consecuencia, existen dos modelos, uno de estos en el que se separan las capas en función de la composición química, y otro modelo en el que se separan las capas con base en las propiedades físicas (Tarbuck et al., 2005).

A continuación, se presentan dos descripciones según cada modelo de la estructura interna de la Tierra. Realice un diagrama basado en cada una estas descripciones.

Diagrama 1

La *corteza* es la capa más externa y delgada de la Tierra. Se divide en corteza oceánica y corteza continental. La corteza oceánica tiene aproximadamente 7 kilómetros de espesor y está compuesta principalmente por el material primordial de la corteza primitiva, el basalto. La edad de las rocas de la corteza oceánica no supera los 180 millones de años y estas son más densas que las rocas de la corteza terrestre. Por otro lado, la corteza continental, es mucho más gruesa, con espesores que alcanzan hasta los 70 kilómetros en las regiones más montañosas, y un espesor promedio de hasta 40 kilómetros. La composición de la parte inferior de la corteza continental es similar a la corteza oceánica, es decir el basalto. Las rocas de la corteza continental son menos densas, pero se han encontrado rocas en la superficie que superan los 4000 millones de años de edad (Tarbuck et al., 2005).

El *manto* comprende el 82% del volumen de la Tierra y tiene aproximadamente 2900 kilómetros de espesor. Como se mencionó anteriormente, el límite entre la corteza y el manto está marcado por un cambio de composición. En el manto domina la peridotita, que es la roca que cristalizó primero en la superficie de la Tierra, formando una corteza débil que posteriormente se hundió. Conforme aumenta la profundidad la peridotita se hace más compacta y mucho más densa alcanzando una densidad mayor a la de la corteza oceánica con $3,3\text{g/cm}^3$ (Monroe et al., 2009).

Finalmente, el *núcleo* compuesto principalmente de metales pesados como el hierro y el níquel, se encuentra en el centro de la Tierra y constituye cerca del 17% del volumen de esta. Tiene una densidad muchísimo más alta que en ocasiones puede superar los 11g/cm^3 y un radio de aproximadamente 3480 kilómetros.

Diagrama 2

Hacia el interior de la Tierra hay un aumento gradual de la temperatura, la presión y la densidad que afecta las propiedades físicas de las rocas y en consecuencia el comportamiento mecánico de estas. Así, la Tierra puede dividirse en 5 capas en función de estas propiedades físicas (Hazen, 2012).

La *litosfera* es la capa más externa de la Tierra. Con un espesor que puede alcanzar hasta los 250 kilómetros, se comporta como un material rígido y frío y por lo tanto es muy resistente. Debajo de esta capa se encuentra la *astenosfera*. Esta capa tiene un espesor de aproximadamente 660 kilómetros y consiste en material más blando y plástico. En la parte superior de la astenosfera, las condiciones de presión y temperatura permiten la formación de roca fundida, es decir en un estado muy dúctil. La litosfera se encuentra separada mecánicamente de la astenosfera, por lo cual puede desplazarse sobre esta de manera independiente (Hazen, 2012).

Debajo de la astenosfera, a medida que aumenta la profundidad aumenta la temperatura. Sin embargo, este efecto viene acompañado de un aumento de presión que provoca un incremento en la resistencia de las rocas. A esta capa por debajo de la astenosfera se le conoce como *mesosfera* o *manto inferior* y tiene un espesor de 2240 kilómetros aproximadamente (Monroe et al. , 2009).

Finalmente se encuentran el núcleo interno y el núcleo externo. Este núcleo está compuesto por metales pesados, principalmente hierro y níquel y se divide en dos capas con propiedades distintas. El núcleo externo tiene un espesor de más o menos 2300 kilómetros y es principalmente líquido. El núcleo interno es una esfera de un radio de aproximadamente 1200 kilómetros y se sabe que es sólido debido a que aun cuando la temperatura en el centro de la Tierra es supremamente alta, la presión también lo es y esto hace que el núcleo interno permanezca en estado sólido.

Bibliografía

- Hazen, R. M. (2012). *La historia de la Tierra. Los primeros 4500 millones de años del polvo estelar al planeta viviente*. . OCEANO.
- Tarbuck, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). Introducción a la Geología. In E. J. Tarbuck, & F. K. Lutgens, *Ciencias de la Tierra* (pp. 16 - 20). Madrid: Pearson Education.
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2011). Earthquakes and Earth's interior. In R. Wicander, & J. S. Monroe, *GEOL* (pp. 149 - 173). Belmont: CENGAGE Learning.

ANEXO 10. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 2, ACTIVIDAD 1.
LECTURA “LA TECTÓNICA DE PLACAS, UNA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA”.

Tectónica de Placas, una revolución científica

*“The history of any one part of the Earth,
like the life of a soldier,
consists of long periods of boredom and short periods of terror.”*

Derek V. Ager

Con los primeros trabajos de cartografía mundial, fue evidente para muchos que las costas de algunos continentes, principalmente de África, Suramérica y Europa, parecían encajar como piezas de un rompecabezas (Tarbuck et al., 2005). Quizás una de las primeras personas en notar esta similitud y sugerir que había ocurrido una separación de las masas continentales, fue Abraham Ortelius en 1596. Posteriormente en 1620, Francis Bacon también comentó nuevamente sobre la forma y semejanza de las líneas de costa de ambos continentes, sin embargo, ninguno de los dos presentó algo más allá de sus observaciones en términos de hipótesis o evidencia que explicaran dicha observación. Unos años más tarde, un Frances llamado François Placet, atribuyó esta separación de los continentes a una inundación documentada en la Biblia, adicionalmente sugirió que África y Europa se encontraban separadas como consecuencia de la destrucción de una masa continental llamada “Atlantis”. Aunque estas explicaciones hoy carecen de sentido, es importante tener en cuenta el contexto histórico de estas primeras ideas, pues durante los siglos 17 y 18 la geología como muchas otras ciencias era llevada a cabo por cléricos y teólogos que consideraban que sus observaciones podían ser explicadas en términos de catástrofes bíblicas (Kearey et al., 2009).

No fue sino hasta el siglo XX que se empezó a pensar en el concepto del movimiento relativo de los continentes (Kearey et al., 2009). En 1908, el geólogo Americano Frank B.

Taylor, a partir de la observación de las líneas de costa de los continentes desarrolló la idea de que estos habrían estado juntos en algún momento. Sugirió, además, que las cadenas montañosas eran producto del choque entre los continentes, hipótesis que fue probada mucho tiempo después. Sin embargo, Taylor no pudo presentar ninguna evidencia, más allá de las observaciones, que respaldaran su hipótesis por lo cual esta no recibió mucha atención (Bryson, 2003).

Hasta el momento, se sabía del movimiento de los continentes en un plano vertical. A este proceso de desplazamiento se le conoce como isostasia y aunque no había buenas ideas para explicar por qué o cómo ocurría, fue una idea transmitida y aceptada por generaciones (Bryson, 2003). Otra de las hipótesis más aceptadas de la época y explicada en los textos de geología, introducida inicialmente por el geólogo Austriaco Eduard Suess, era la idea de que la topografía de la Tierra era producto del enfriamiento progresivo de ésta. Se creía que ocurría algo parecido a lo que ocurre cuando una manzana, por ejemplo, se empieza a secar. La cascara se arruga y esta se encoge, por lo que se consideraba que, de la misma forma, las montañas y las cuencas oceánicas se formaban a partir de un fenómeno similar a mayor escala (Wicander et al., 2011).

Aunque esta idea fue válida por mucho tiempo, el modelo presentaba algunas incongruencias que no se podían explicar. Una de estas era la topografía de la Tierra, si bien las montañas surgían a partir de este encogimiento de la Tierra, James Hutton había demostrado años antes que de ser cierta esta configuración estática, habría como resultado una topografía completamente plana y lisa debido a la erosión. También existía el problema planteado por Rutherford y Soddy a principios de siglo, que aseguraba que los elementos terrestres albergaban grandes cantidades de energía, muy por sobre el nivel requerido para dar cuenta de la tasa de enfriamiento de la Tierra propuesta por Suess. Adicionalmente esta hipótesis implicaba que las cadenas montañosas estuvieran distribuidas sobre la Tierra de una forma más o menos uniforme y que además tuvieran la misma edad. Para entonces ya se sabía que esta primera implicación no era cierta y que había cadenas montañosas como los Apalaches que se habían formado millones de años antes que los Alpes o las montañas Rocosas de Canadá, por ejemplo (Bryson, 2003).

No fue sino hasta 1915 que la idea de que los continentes habían estado juntos en el pasado fue puesta nuevamente en circulación por el meteorólogo Alemán Alfred Wegener con la publicación de su libro “*El origen de los continentes*”. En este, Wegener introdujo por primera vez su hipótesis de la “*deriva continental*” según la cual en el pasado todos los continentes habían estado unidos en un súper continente que denominó *Pangea*, (Figura 1) y que los continentes se habían formado a partir de la fragmentación de este súper continente hace más o menos 200 millones de años (Bryson, 2003). Se cree que esta idea de la fragmentación de los continentes se le ocurrió a Wegener durante una expedición a Groenlandia donde observó la fragmentación de los casquetes de hielo. Además de las observaciones de las líneas de costa de los continentes, Wegener junto con otros colegas, reunieron una serie de pruebas para soportar esta hipótesis (Tarbuck et al., 2005).



Figura 1. Aunque la primera reconstrucción de Wegener de un supercontinente utilizando las líneas de costa era bastante aproximada, hoy se sabe que una mejor aproximación se logra utilizando como guía el límite de la plataforma continental (Monroe et al. , 2009).

Las evidencias documentadas por Wegener y quienes respaldaban la hipótesis de la deriva continental consistían principalmente en el aparente encaje de los continentes, el estudio de la distribución geográfica de algunos fósiles y en el estudio de los climas antiguos. Todas estas líneas de evidencia sugerían que los continentes se habrían encontrado juntos en algún momento. Inicialmente Wegener utilizó las líneas de costa de los continentes para hacer la reconstrucción de un super continente. Sin embargo, inmediatamente después, muchos geólogos argumentaron que esta aproximación no era acertada ya que las líneas de costa están siendo constantemente modificadas por diferentes procesos superficiales. A pesar de esto, hoy se sabe que la reconstrucción que hizo Wegener en su momento es en realidad bastante acertada (Wicander et al., 2011).

Por otro lado, las evidencias paleontológicas consistían en organismos fósiles muy parecidos encontrados en lugares separados hoy en día por amplios océanos (Figura 2). Por ejemplo, en rocas en la costa este de Suramérica y al sur de África. En el registro fósil era posible distinguir varios casos de estos animales y plantas y para Wegener era evidente que la implicación más racional era que las masas continentales habían estado juntas en algún momento. Aunque muchos científicos estaban de acuerdo en que la explicación más acertada para este hecho era algún tipo de conexión entre los continentes (Tarbuck et al., 2005), los geólogos de la época explicaban estas distribuciones a partir de “puentes terrestres” entre los continentes. Así, para explicar la presencia de un organismo encontrado por ejemplo en Francia y en Florida, los geólogos trazaban uno de estos puentes entre ambos puntos. Estos puentes, eran trazados muy convenientemente cuando era necesario explicar cómo había llegado un organismo a un lugar en la Tierra que se encontraba actualmente separado por un inmenso océano. No solo los mapas de la reconstrucción del planeta quedaron plagados de estos puentes, desapareciendo mares completos, sino que por supuesto tampoco había rastro de evidencia de estos por ninguna parte, y sin embargo era la explicación más ampliamente aceptada de la época (Bryson, 2003).

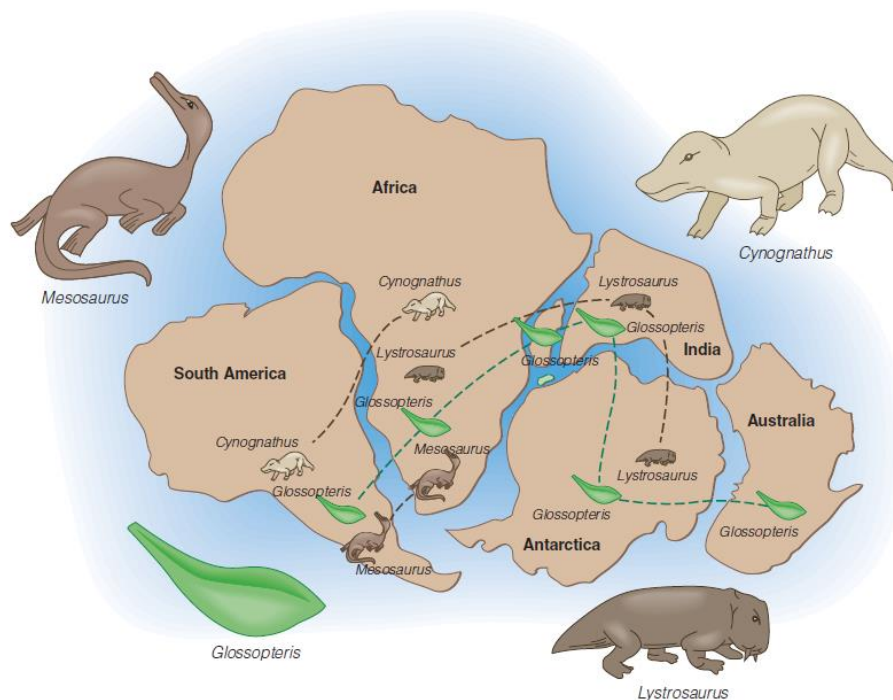


Figura 2. Como parte de la evidencia paleontológica presentada, se encuentran estas especies de plantas y animales cuyo registro fácil se encuentra hoy en día en lugares separados por el océano. Algunas de las plantas por ejemplo, dan cuenta de las condiciones climáticas que prevalecían en un cierto periodo (Monroe et al. , 2009).

Otra de las líneas de evidencias eran los tipos de rocas y las similitudes de los rasgos estructurales. Wegener encontró registros de tipos de rocas similares, de edad similar en sitios opuestos a algunas masas de agua. Adicionalmente, pudo observar como los cinturones montañosos en distintas masas de tierra separadas, al juntarlas, formaban una estructura continua de características similares (Kearey et al., 2009). Finalmente, Wegener encontró evidencias de climas antiguos en el registro estratigráfico en el sur de África y Suramérica. El registro consistía en sedimentos transportados por glaciares que tenían la misma edad y paralelamente evidencia de pantanos tropicales en el hemisferio norte. A partir de esta evidencia sugirió que el supercontinente, Pangea, había estado ubicado cerca al polo sur, permitiendo el avance glaciar sobre el hemisferio sur, y ubicando a los continentes en los que había evidencias de climas más cálidos durante el mismo periodo, cerca al Ecuador (Wicander et al., 2011).

A pesar de la evidencia presentada en la formulación de su hipótesis, esta recibió fuertes críticas por parte de varios geólogos y profesionales de otras disciplinas. Su hipótesis estaba basada en evidencia proveniente de distintas disciplinas en las cuales él no era experto y muchas de sus aproximaciones eran incorrectas (Kearey et al., 2009). Además, uno de los problemas con el modelo sugerido por Wegener era que este no explicaba el mecanismo responsable del movimiento de los continentes (Hamblin et al., 1998). Wegener había sugerido dos mecanismos, el primero eran las fuerzas mareales que, según argumentaba Wegener, habían desplazado las masas continentales sobre la superficie terrestre. El segundo mecanismo, sugería que los continentes se abrían paso a través de la corteza oceánica como un rompehielos a través del hielo. En el primer caso, fue un físico quien descartó la idea argumentando que las mareas no tenían la fuerza necesaria para desplazar las masas continentales, y en el segundo caso, no había evidencia de que la corteza oceánica pudiera ser atravesada fácilmente sin presentar una deformación evidente (Tarbuck et al., 2005).

Poco antes de su muerte en 1930, Wegener viajó en una expedición a Groenlandia, donde quería realizar unas mediciones del movimiento de esta isla con respecto a Europa (Tarbuck et al., 2005). Según sus cálculos, Wegener creía que esta se desplazaba más o menos 1.6 kilómetros cada año hacia oeste. Sin embargo, las medidas no evidenciaron ningún desplazamiento. Aunque hoy en día es posible tomar estas medidas y medir que tanto y hacia donde se está moviendo una placa, en la época era una ardua tarea y no se contaba con los instrumentos necesarios. Adicionalmente, hoy se sabe que evidentemente hay un desplazamiento, pero que este corresponde a una distancia cercana a los dos centímetros y no al kilómetro y medio (Bryson, 2003). Así pues, con este experimento no fue posible probar la hipótesis, y Wegener murió poco después. (Tarbuck et al., 2005).

A pesar de la evidencia presentada a la comunidad científica que respaldaba la hipótesis de Wegener, tuvieron que pasar más o menos 50 años para que esta finalmente fuera aceptada. Uno de los problemas era que, aun cuando la idea de la deriva continental en si misma era correcta, había preguntas que Wegener no había podido responder, y algunas respuestas que no estaban respaldadas por ninguna evidencia (Wicander et al.,

2011). Uno de estos problemas, como se mencionó anteriormente, era el mecanismo que impulsaba el movimiento de los continentes. Para que una hipótesis sea aceptada, es necesario que esta se examine desde diferentes áreas de la ciencia, y aunque Wegener había realizado una gran contribución al entendimiento de la Tierra, no todas las pruebas que presentó respaldaban su hipótesis como él la había contemplado (Kearey et al., 2009).

Nada de lo que se conocía o entendía hasta el momento sobre el sistema terrestre podía explicar el movimiento de los continentes sobre la superficie de la Tierra. No fue sino hasta 1928 que el geólogo inglés, Arthur Holmes, propuso por primera vez un mecanismo responsable de la deriva continental. Holmes fue uno de los primeros científicos en entender que el decaimiento radioactivo y que la energía generada a partir de este proceso podía generar corrientes de convección al interior de la Tierra (Bryson, 2003). Holmes propuso este mecanismo como el principal impulsor de la deriva continental sugiriendo que estas corrientes eran lo suficientemente fuertes para desplazar enormes masas de roca sobre la superficie Terrestre. Fue Holmes quien esbozó los fundamentos de la Teoría de Placas Tectónicas que se conoce hoy en día (Kearey et al., 2009).

Después de la muerte de Wegener, transcurrieron cerca de dos décadas durante las cuales no hubo nuevos avances en temas de evidencia o incluso discusión de la idea de la deriva continental (Bryson, 2003). Sin embargo, a mediados de los años 50 surgieron dos nuevas líneas de evidencia. Una de estas era un área de estudio de la que se conocía más bien poco por ser un campo relativamente nuevo. Se trata del paleomagnetismo que en esencia es un registro o una “impresión” de la dirección de los polos magnéticos en el momento en el que una roca se cristaliza. El estudio del paleomagnetismo de las rocas proporciona además un medio para determinar la latitud en la que se encontraba la roca en el momento en que se enfrió. Adicionalmente, a partir de este estudio del magnetismo remanente en las rocas, se descubrió que la posición del polo norte magnético había migrado gradualmente. Esta migración de los polos magnéticos ha sido bien documentada y se sabe que, aunque en efecto se mueven, su posición se encuentra siempre cercana con respecto a los polos geográficos. Estos descubrimientos explicaban

las trayectorias de los continentes y apoyaban la hipótesis inicial de Wegener (Kearey et al., 2009).

Nuevamente, a pesar de las diferentes líneas de evidencia disponibles, había un problema que hasta el momento ninguna de las hipótesis planteadas había podido resolver. Se trataba de explicar hacia donde se iban los sedimentos producto de la erosión superficial. Según los cálculos realizados a partir de las tasas de erosión y depositación de los sedimentos, multiplicado por el número de años durante los cuales habían tenido lugar estos procesos, debería haber una columna de sedimentos de aproximadamente 20 kilómetros de espesor en el fondo oceánico (Bryson, 2003).

Sin embargo, fue durante la Segunda Guerra Mundial que un mineralólogo llamado Herry Hess descubrió que, contrario a lo que se pensaba, el océano estaba en realidad conformado por cañones, zanjas y depresiones, y no cubierto de columnas enormes de sedimentos como se creía. Paralelamente, los oceanógrafos de la época se encontraban realizando un mapeo del fondo oceánico y descubrieron un cañón que tenía un ancho de más o menos 20 kilómetros de ancho a lo largo de sus 20000 kilómetros de longitud (Figura 3). Así, daba la impresión innegable de que la Tierra se estaba abriendo. Adicionalmente, los oceanógrafos también encontraron una cadena montañosa, más larga que cualquier cadena montañosa sobre la Tierra, en el fondo oceánico. Esta trazaba un camino continuo y recorría la superficie de la Tierra. Posteriormente, los núcleos obtenidos de las perforaciones del suelo submarino revelaban que las rocas cercanas a esta dorsal medio oceánica eran relativamente recientes, mientras que a medida que las rocas se encontraban más lejos de esta fuente, eran más antiguas (Tarbuck et al., 2005).

Esta serie de descubrimientos fue sucedida por un gran debate. Por un lado, estaban quienes consideraban que efectivamente la deriva continental era producto de la expansión oceánica y que el mecanismo detrás de este proceso eran las corrientes de convección. Por otro lado, estaba quienes creían en otra hipótesis que sugería que la Tierra se estaba expandiendo. Esto implicaba que, en un momento de la historia evolutiva de la Tierra, las masas continentales habrían estado muy juntas cubriendo toda la superficie, y como consecuencia de la expansión de la Tierra, estas masas se habrían separado y llegado a sus posiciones actuales, a medida que el espacio entre estas era rellenado por nueva corteza oceánica (Tarbuck et al., 2005).

Finalmente, quien acabó con este debate fue J. Tuzo Wilson, un físico canadiense quien proporcionó la pieza final en la formulación de la Teoría de Tectónica de Placas. Wilson sugirió que la capa externa de la Tierra estaba dividida en “placas rígidas” que “flotaban” sobre una capa más densa, pero dúctil. Adicionalmente, describió lo que sucedía al borde de estas placas y como estas se movían unas con respecto a otras. Lo elegante de esta hipótesis es que proporcionaba una explicación que unificaba muchas observaciones provenientes de diferentes áreas de la ciencia y fue así como logró cambiar la opinión de la comunidad científica con respecto a la Tectónica de Placas. En 1968 se unieron los conceptos de deriva continental, expansión del fondo oceánico y se formuló la Teoría de la Tectónica de Placas (Bryson, 2003).

“La Tectónica de Placas puede definirse como una teoría compuesta por una gran variedad de ideas que explican el movimiento observado de la capa externa de la Tierra por medio de los mecanismos de subducción y de expansión del fondo oceánico, que, a su vez, generan los principales rasgos geológicos de la Tierra, entre ellos los continentes, las montañas y las cuencas oceánicas” (Tarbuck et al., 2005).

Bibliografía

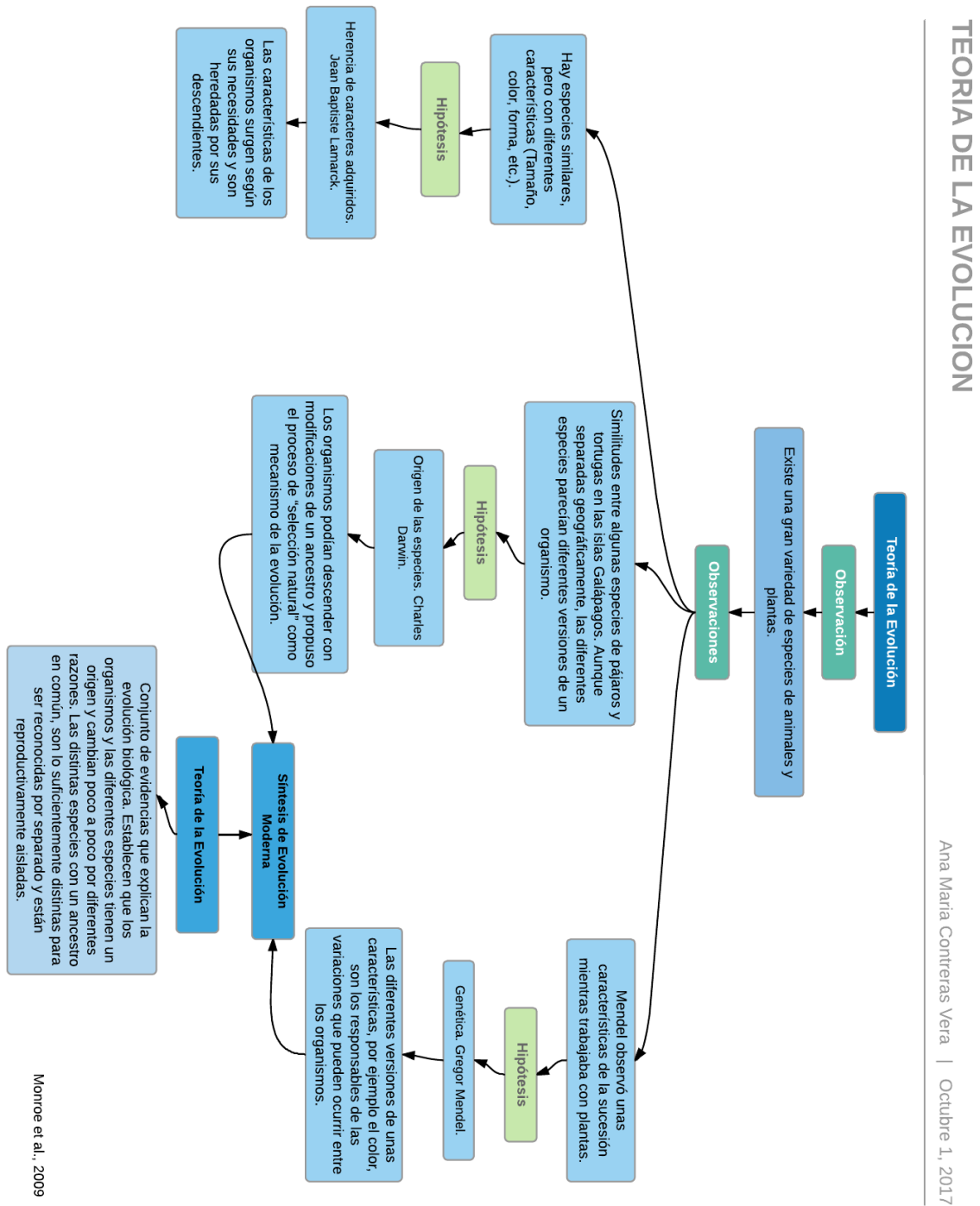
Bryson, B. (2003). *A Short History of Nearly Everything*. Broadway Books.

Carleton College. (2017, 7 24). *SERC*. Retrieved from the Science Education Resource Center at Carleton College: <https://serc.carleton.edu/6001>

- Deparis, V. (2014). A history of the global understanding of the Earth. *Comptes Rendus Geoscience* 346, 11, 275-278.
- Hamblin, W. K., & Christiansen, E. H. (1998). *Earth's Dynamic Systems*. Provo: Prentice Hall.
- Hazen, R. M. (2012). *La historia de la Tierra. Los primeros 4500 millones de años del polvo estelar al planeta viviente*. . OCEANO.
- Kearey, P., Klepeis, K. A., & Vine, F. J. (2009). *Global Tectonics* (3 ed.). Wiley-Blackwell.
- Monroe, J. S., & Wicander, R. (2009). *The Changing Earth, Exploring Geology and Evolution*. Cengage Learning.
- Tarbuck, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Pearson Education.
- Tyson, N. D., & Goldsmith, D. (2004). *Origins: fourteen billion years of cosmic evolution*. New York: W.W Norton & Company.
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2011). *GEOL*. Belmont: CENGAGE Learning.

ANEXO 11. RECURSO PARA EL DESARROLLO DE LA UNIDAD 2, ACTIVIDAD 1.

EJEMPLO DE FLUJOGRAMA – TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN.



ANEXO 12. GUÍA INSTRUCCIONAL 1. RESUMEN DEL CURSO. FORMATO EAFIT VIRTUAL.

PARTE 1:

NOMBRE DEL MÓDULO: GEOCIENCIAS

Autor(es): José Fernando Duque, Andrés Cárdenas y Ana María Contreras

Introducción:

La Geología es una ciencia fundamental debido a que esta permite comprender la historia y los fenómenos naturales que suceden en el planeta Tierra y otros cuerpos planetarios. Además: (I) posibilita la búsqueda, encuentro y prospección adecuada de recursos naturales como agua subterránea, petróleo y minerales, (II) Conservar suelos y el mantenimiento de la productividad agrícola, (III) Reducir la afectación de las comunidades debida a desastres naturales tales como erupciones volcánicas, sismos, inundaciones, deslizamientos, huracanes y tsunamis, y, (IV) definir el balance entre la

demanda de recursos naturales y el sostenimiento de ecosistemas y entender patrones climáticos globales.

El curso de geociencias es un curso introductorio a la geología, en el que se hace una breve introducción a los procesos y fenómenos naturales que tienen lugar en la Tierra; los elementos que componen el sistema tierra, el origen y uso de los recursos naturales, y las diferentes aplicaciones de la geología. Este curso es un primer acercamiento a como mediante la observación y la curiosidad acerca del mundo natural es posible construir conocimiento geo-científico.

El curso está dividido en diferentes módulos, cada uno con una temática distinta. Para cada tema y subtema se espera que el estudiante aprenda unos conceptos y procesos básicos y que posteriormente pueda no sólo definirlos sino también comprenderlos en diversos contextos y situaciones. Se espera también como parte de la formación práctica, que el estudiante pueda aplicar los conocimientos adquiridos en el análisis de situaciones reales en el campo.

Las actividades incluyen lecturas, videos, y la realización de mapas mentales, flujogramas, y diagramas.

Objetivos:

Objetivo General:

Comprender cómo funciona el razonamiento científico a partir del estudio de evidencias en la formulación de la teoría del Big Bang y la teoría de la Tectónica de Placas.

Objetivo específico:

- Sintetizar la información que se conoce sobre el origen de la Tierra, el sistema solar y el universo, mencionando los eventos y factores más importantes en la formación de estos.
- Identificar las distintas capas en las que se ha dividido la Tierra y a que se deben las diferencias entre estas capas.
- Enumerar y distinguir entre observaciones e hipótesis en la formulación de la teoría de la tectónica de placas.
- Identificar las evidencias que soportan la teoría de la tectónica de placas.

Metodología:

El material para las primeras dos unidades estará disponible en la plataforma en forma de videos, lecturas de apoyo y talleres. Con los videos se pretende dar una pequeña introducción a los temas, subtemas y lo que se espera que el estudiante pueda hacer al finalizar cada unidad.

Las lecturas consisten en documentos tipo monografía en donde se presenta información sintetizada de cada tema. Estarán redactadas en este formato con el propósito de decantar la información disponible, presentar fuentes fiables, y dar un ejemplo a los estudiantes de cómo se deben hacer este tipo de documentos.

Finalmente, las actividades tienen como propósito consolidar la información finalizando un tema. Están diseñadas para que el estudiante aplique los conceptos presentados en el material de apoyo y desglosados en las lecturas. En el caso de las unidades 1 y 2, las actividades consisten en la realización de un mapa mental, un diagrama a partir de una descripción y un flujograma. La entrega de trabajos de cada unidad corresponde al 5% de la nota de seguimiento.

Estructura del curso:

El curso está dividido en 13 unidades temáticas. Las primeras dos unidades estarán apoyadas por el material disponible en la plataforma. Las 11 unidades restantes serán dictadas de forma presencial. El material de las unidades disponibles en la plataforma incluye videos explicativos, lecturas, y una guía.

Para cada tema y subtema se espera que el estudiante aprenda unos conceptos y procesos básicos que posteriormente pueda no sólo definirlos sino también comprenderlos en un contexto y variedad de situaciones.

Unidades de aprendizaje	Semanas	Dedicación estudiante (h)	Actividades	Entregable	Recursos	Porcentaje (evaluación)
UNIDAD 1. EL ORIGEN DEL UNIVERSO, EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA	1	4	Actividad 1: Historia de la Tierra ¿Cómo sabemos lo que sabemos?	Mapa mental	Videos Lectura Autoevaluación Ejemplo mapa mental.	3%
		4	Actividad 2: Una vista al interior de la tierra.	Diagrama por cada modelo del interior de la Tierra.	Lectura	2%
UNIDAD 2. RAZONAMIENTO CIENTÍFICO ¿QUÉ ES? ¿CÓMO FUNCIONA? Y ¿PARA QUE SIRVE?	2	6	Actividad 3: La historia de una revolución científica.	Flujograma	Videos Lectura	5%

Expertos temáticos:

José Fernando Duque

Su Investigación se centra en el estudio de procesos tectónicos a nivel regional a partir de las relaciones entre magnetismo, deformación y procesos geodinámicas. Interesado también en el uso del magnetismo ambiental como herramienta para la evaluación de contaminación ambiental. Doctorado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México.

Correo: jduquetr@eafit.edu.co

Andrés Cárdenas

Su investigación ha estado centrada en el estudio de la estratigrafía y la paleontología como medios para determinar de forma cuantitativa los factores geológicos que han controlado la arquitectura estratigráfica de una cuenca y los procesos evolutivos a largo plazo. Postdoctorado en Paleobiología, Smithsonian Tropical Research Institute, Panama.

Correo: acarde17@eafit.edu.co

Ana María Contreras

Estudiante de Geología y profesora en el centro de idiomas en el programa de inglés para niños y adolescentes. Interesada en el área del aprendizaje y enseñanza.

Correo: acontre3@eafit.edu.co

Información del docente:

Diligencie el cuadro completando cada uno de los campos

Docente: Andrés Cárdenas	
Correo electrónico:	acarde17@eafit.edu.co
Horario de atención: (OPCIONAL)	
Teléfonos:	(57) (4) 2619500 ext. 9375
Perfil profesional:	Postdoctorado en Paleobiología, Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.

ANEXO 13. GUÍA INSTRUCCIONAL 2. DESARROLLO DE UNIDADES TEMÁTICAS Y ACTIVIDADES. FORMATO EAFIT VIRTUAL.

PARTE 2:

GEOCIENCIAS

Autor(es): José Fernando Duque, Andrés Cárdenas y Ana María Contreras

UNIDAD 1: EL ORIGEN DEL UNIVERSO, EL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

Introducción a la unidad 1:

En esta unidad se abordan los eventos que han tenido lugar en la historia del Universo, desde su creación con el Big Bang, hasta los primeros 500 millones de años de la historia de la Tierra. Lo más importante de esta unidad, más que explorar el origen del sistema solar y la Tierra, es entender de donde proviene esta información, como se sabe lo que sabe acerca del origen del mundo que conocemos. Es importante en el contexto del curso para brindar una primera aproximación a la forma en que se desarrolla la ciencia.

Objetivos:

- Comprender el origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra.
- Sintetizar la información que se conoce sobre el origen de la Tierra, el sistema solar y el universo, mencionando los eventos y factores más importantes en la formación de estos.
- El estudiante puede identificar las distintas capas en las que se ha dividido la Tierra y a que se deben las diferencias entre estas capas.

Bibliografía:

Monografía: Origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra.

Boss, A. P. (2005). The solar Nebula. In *Meteorites, Comets, and Planets* (pp. 63 - 82). ELSEVIER.

Bryson, B. (2003). *A Short History of Nearly Everything*. Broadway Books.

Chambers, J. E. (2005). Planet Formation. In *Meteorites, Comets, and Planets* (pp. 461-475). ELSEVIER.

Chambers, J. E., & Halliday, A. N. (2007). The Origin of the Solar System. In *Encyclopedia of the Solar System* (pp. 29-52). New York: Academic Press.

Hazen, R. M. (2012). *La historia de la Tierra. Los primeros 4500 millones de años del polvo estelar al planeta viviente*. . OCEANO.

McKeegan, K. (2005). Early Solar System Chronology. In *Meteorites, Comets, and Planets* (pp. 431-460). ELSEVIER.

Safronov, V. S. (1972). *Evolution of the protoplanetary cloud and formation of the earth and the planets*. NASA.

- Tarback, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Pearson Education.
- Tyson, N. D., & Goldsmith, D. (2004). *Origins: fourteen billion years of cosmic evolution*. New York: W.W Norton & Company.
- Weisskopf, V. (1989). The Origin of the Universe. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, 42(4), 22-39.
- White, W. M. (2013). The big picture: Cosmochemistry. In W. White, *Geochemistry* (pp. 416 - 472). WILEY-BLACKWELL.
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2011). *GEOL*. Belmont: CENGAGE Learning.

Conceptos clave de la unidad 1:

- Big Bang
 - Nucleosíntesis
 - Radiación de fondo de microondas
 - Nebula solar
 - Planetesimales
 - Protoplanetas
 - Luna
 - Diferenciación química
 - Meteoritos.
-

Actividad 1: Historia de la Tierra ¿Cómo sabemos lo que sabemos?

Entregable de la actividad:

Entregar mapa mental acorde a la información del cronograma del curso

Actividad de aprendizaje:

Muchas de las cosas que sabemos hoy acerca del origen de nuestro mundo parecen obvias, pero esto no siempre fue así. Las ideas que se tenían sobre el origen del universo y de nuestra Tierra hace muchos años, hoy sonarían como un absurdo. Sin embargo, no debemos olvidar que, por muchos años estas explicaciones, por más inconcebibles que suenen, eran las únicas aproximaciones que se tenían. Hoy en día nos referimos a la Teoría del Big Bang, la Tectónica de placas e incluso hablamos de las estrellas y galaxias con la mayor naturalidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta de dónde viene

está información y cómo hemos podido llegar tan atrás en la reconstrucción del origen del Universo.

En esta actividad el estudiante sintetizará y explicará brevemente mediante un mapa mental los sucesos más relevantes, desde la creación del universo, el Sistema Solar hasta los primeros 500 millones de años de la Tierra y las evidencias más importantes en la reconstrucción de estos eventos.

Expectativa de aprendizaje:

Al finalizar la actividad el estudiante estará en capacidad de:

- Enumerar la serie de eventos que tuvieron lugar en el desarrollo del Universo, el Sistema Solar y la Tierra.
- Relacionar las diferentes evidencias que soportan la Teoría del Big Bang, con los diferentes eventos de la historia de formación del Universo.

Plan de trabajo:

Antes de realizar la actividad se le recomienda al estudiante:

1. Leer el documento “El origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra”.
2. Ver el video “The Beginning of Everything – The Big Bang” de Kurzgesagt.
<https://www.youtube.com/watch?v=wNDGgL73ihY&t>
3. Leer y responder las preguntas de autoevaluación de la unidad.
4. Revise y descargue el ejemplo “mapa mental” que le servirá de guía para la construcción de su propio mapa.
5. Realice un mapa mental en donde sintetice la información referente a los eventos principales y la evidencia disponible en la reconstrucción del origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra.

Para el desarrollo de esta actividad se podrá apoyar de alguna de las siguientes herramientas:

<https://www.canva.com>

<https://www.mindmeister.com>

<https://www.mindmup.com>

<https://bubbl.us/>

6. Para la entrega de la actividad los archivos se pueden exportar y entregar en formato .png, .jpg, .pdf.
7. En caso de tener alguna duda o inquietud con respecto a la actividad, el estudiante puede comunicarse mediante el foro de inquietudes.

Actuación docente [Información para EAFIT Virtual]

Para esta actividad el docente estará pendiente del foro para resolver dudas e inquietudes.

Evaluación de la actividad:

Actividad: Realizar un mapa mental donde se sinteticen los eventos referentes al origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra junto con las evidencias que se tienen actualmente de estos sucesos.

Criterios:

- *Capacidad de síntesis de la información y uso de conceptos clave.*
- *Presentación de eventos relevantes.*
- *Presentación de evidencias.*

CRITERIO	RANGO					
	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
Síntesis de la información y uso de conceptos clave (20%)	En el mapa mental es posible distinguir los 3 component es de interés (Universo, Sistema Solar y Tierra), y las conexiones entre eventos y evidencias.	En el mapa mental es posible distinguir los 3 component es de interés (Universo, Sistema Solar y Tierra), pero las conexione s entre eventos y evidencias	En el mapa mental no es fácil distinguir los 3 component es de interés (Universo, Sistema Solar y Tierra) y las conexione s entre eventos y evidencias	En el mapa mental no es fácil distinguir los 3 component es de interés (Universo, Sistema Solar y Tierra) y las conexione s entre eventos y evidencias	En el mapa mental no es posible distinguir los 3 component es de interés (Universo, Sistema Solar y Tierra) ni las conexione s entre eventos y evidencias.	No participó y/o no cumple

		son menos claras.	son menos evidentes.	no son evidentes.		
Presentación de eventos relevantes (40%)	El mapa mental contiene 10 o más eventos relevantes en la historia del Universo, el SS y la Tierra.	El mapa mental contiene entre 9 y 8 eventos relevantes en la historia del Universo, el SS y la Tierra.	El mapa mental contiene entre 7 y 6 eventos relevantes en la historia del Universo, el SS y la Tierra.	El mapa mental contiene entre 5 y 4 eventos relevantes en la historia del Universo, el SS y la Tierra.	El mapa mental contiene menos de 3 eventos relevantes en la historia del Universo, el SS y la Tierra.	No participó y/o no cumple
Presentación de evidencias (40%)	El mapa mental contiene al menos 6 líneas de evidencia en la reconstrucción de la historia del Universo.	El mapa mental contiene 5 líneas de evidencia en la reconstrucción de la historia del Universo.	El mapa mental contiene 4 líneas de evidencia en la reconstrucción de la historia del Universo.	El mapa mental contiene 3 líneas de evidencia en la reconstrucción de la historia del Universo.	El mapa mental contiene menos de 2 líneas de evidencia en la reconstrucción de la historia del Universo.	No participó y/o no cumple

Fuentes de información para la actividad 1

- Video de introducción a la unidad.

En este video se presenta la relevancia de los temas abordados en la unidad en el marco de la asignatura y el programa de geología.

- Lectura monografía “Origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra”.

En esta lectura no solamente se hace un recuento de los eventos que tuvieron lugar en la formación del Universo, el Sistema Solar y la Tierra, sino también de las evidencias que permiten hoy en día hacer esta reconstrucción de los hechos.

- Video “The Beginning of Everything – The Big Bang” de Kurzgesagt.

Este video es muy ilustrativo y explica los primeros instantes del universo, además de algunas líneas de evidencia en la formulación de la Teoría del Big Bang.

<https://www.youtube.com/watch?v=wNDGgL73ihY&t>

- Autoevaluación.

Este es un cuestionario en el que las preguntas no deben ser respondidas, sino que el estudiante debe autoevaluarse y responder si está en capacidad de responder la pregunta o no. No debe escribir o entregar algo.

- Ejemplo de mapa mental.

En esta imagen a un ejemplo de la síntesis de información de un tema. Esto con el propósito de que los estudiantes puedan visualizar lo que se espera que logren hacer.

Actividad 2: Una vista al interior de la Tierra

Entregable de la actividad:

Entrega de dos diagramas con la estructura propuesta en el plan de trabajo de la actividad de aprendizaje. Los diagramas deben ser entregados en formato .jpg, .pdf, o .png.

Actividad de aprendizaje:

En esta actividad se estudiarán los modelos de la estructura en capas de la Tierra. En la lectura “El origen del Universo, el Sistema Solar y la Tierra” se mencionó que uno de los eventos más importantes en la historia de evolución de la Tierra es el desarrollo de la estructura en capas a partir de la diferenciación química como resultado del proceso de enfriamiento. Con esta actividad se explorará más detalladamente en que consiste esta diferenciación y en que consiste cada modelo de esta estructura.

Para tal fin, es necesario leer una descripción detallada acerca de cómo está configurado cada modelo y hacer un diagrama para cada uno según la descripción. En cada diagrama, el estudiante debe ubicar los límites de cada capa y los espesores. Además, debe especificar si se trata de un límite en respuesta a una diferencia composicional, o si se trata de un límite en respuesta a un cambio en el comportamiento de las ondas.

Expectativa de aprendizaje:

Al finalizar la actividad, el estudiante será capaz de:

- Ubicar los límites de la estructura interna de la Tierra en cada modelo.

- Explicar cuáles son las propiedades de cada capa que da origen a un límite en ambos modelos.

Plan de trabajo:

Antes de realizar la actividad se le recomienda al estudiante:

1. Leer el documento “Estructura interna de la Tierra”.
2. A partir de la descripción en este documento, realice dos diagramas en los cuales se muestren las capas de la Tierra según cada descripción.

Para el desarrollo de esta actividad se podrá apoyar de alguna de las siguientes herramientas:

<https://www.canva.com>

<https://sketch.io/sketchpad/>

<https://www.draw.io/>

3. Para la entrega de la actividad los archivos se pueden exportar y entregar en formato .png, .jpg, .pdf.
4. En caso de tener alguna duda o inquietud con respecto a la actividad, el estudiante puede comunicarse mediante el foro de inquietudes.

Actuación docente [Información para EAFIT Virtual]

El docente estará pendiente del foro para resolver las dudas e inquietudes que puedan tener los estudiantes sobre la actividad.

Evaluación de la actividad:

Actividad: Realizar dos diagramas, uno para cada modelo, de la estructura interna de la Tierra a partir de una descripción.

Criterios:

- *Delimitación de las capas. con base en la composición química y las propiedades físicas. (Las capas son nombradas correctamente).*
- *Marcación de los límites dónde se especifica el espesor de las capas.*

CRITERIO	RANGO					
	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
Delimitación de las capas. (50%)	Los diagramas incluyen 3 capas distintas en el modelo composicional y 5 capas en el modelo mecánico.	Los diagramas incluyen 2 capas distintas en modelo composicional y 4 capas en el modelo mecánico.	Solo se hace entrega de un modelo, pero este está completo.	Solo se hace entrega de un modelo y el otro modelo está incompleto con menos del 60% del contenido. (Menos de dos capas en el modelo composicional o menos 3 capas en el mecánico).	Solo se hace entrega de un modelo y el otro modelo está incompleto con menos del 80% del contenido. (Ninguna capa capas en el modelo composicional o 2 o menos capas en el mecánico).	No participó y/o no cumple
Marcación de límites. (50%)	Los diagramas incluyen 2 límites distintos en el modelo composicional y 4 límites en el modelo mecánico que marcan los espesores.	Los diagramas incluyen 1 límite distintos en modelo composicional y 3 límites en el modelo mecánico que marcan los espesores.	Solo se hace entrega de un modelo, pero este está completo.	Solo se hace entrega de un modelo y el otro modelo está incompleto con menos del 50% del contenido. (Ningún límite en el modelo composicional de o menos 2 límites en	Los límites no están definidos en ningún modelo.	No participó y/o no cumple

				el mecánico).		
--	--	--	--	------------------	--	--

Fuentes de información para la actividad 2

- Lectura “Estructura interna de la Tierra”

En esta lectura se describen dos modelos de la estructura interna de la Tierra. Uno de los modelos describe la estructura interna de la Tierra con base en la composición química de las capas mientras que el otro modelo lo hace con base en las propiedades físicas de las capas.

UNIDAD 2: EL RAZONAMIENTO CIENTÍFICO ¿QUÉ ES? ¿CÓMO FUNCIONA? Y ¿PARA QUÉ SIRVE?

Introducción a la unidad 2:

Es muy común cuando se habla del quehacer científico, del proceso de razonamiento científico y la naturaleza de la ciencia, que haya concepciones alternas sobre lo que cada una de estas implica. Uno de los mitos más ampliamente extendidos sobre la ciencia es que hay un proceso, conocido como el método científico, que puede y debe ser aplicado para todo. Este por lo general se describe en los siguientes pasos: observación o planteamiento de un problema y toma de datos, planteamiento de una hipótesis o varias, diseño de un experimento o método, experimento, y evaluación y reporte de la evidencia. Sin embargo, la producción del conocimiento científico es una labor un poco más complicada al ser impredecible y dependiente de muchos factores.

Objetivos:

- Comprender cómo funciona el razonamiento científico a partir del estudio de evidencias en la formulación de la teoría de la Tectónica de Placas.
- Enumerar y distinguir entre observaciones e hipótesis en la formulación de la teoría de la tectónica de placas.
- Identificar las evidencias que soportan la teoría de la tectónica de placas.

Bibliografía:

Bryson, B. (2003). *A Short History of Nearly Everything*. Broadway Books.

Carleton College. (2017, 7 24). *SERC*. Retrieved from the Science Education Resource Center at Carleton College: <https://serc.carleton.edu/6001>

Deparis, V. (2014). A history of the global understanding of the Earth. *Comptes Rendus Geoscience* 346, 11, 275-278.

Hamblin, W. K., & Christiansen, E. H. (1998). *Earth's Dynamic Systems*. Provo: Prentice Hall, 442 - 469.

Hazen, R. M. (2012). *La historia de la Tierra. Los primeros 4500 millones de años del polvo estelar al planeta viviente*. . OCEANO.

Kearey, P., Klepeis, K. A., & Vine, F. J. (2009). *Global Tectonics* (3 ed.). Wiley-Blackwell, 2 - 8.

Monroe, J. S., & Wicander, R. (2009). *The Changing Earth, Exploring Geology and Evolution*. Cengage Learning.

Tarback, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Pearson Education, 33 - 46.

Tyson, N. D., & Goldsmith, D. (2004). *Origins: fourteen billion years of cosmic evolution*. New York: W.W Norton & Company.

Wicander, R., & Monroe, J. S. (2011). *GEOL*. Belmont: CENGAGE Learning, 22- 45.

Conceptos clave de la unidad 2:

- Deriva continental
- Hipótesis
- Teoría
- Método Científico
- Placas tectónicas.

Video introductorio unidad 2:

Actividad 3: La historia de una revolución científica.

Entregable de la actividad:

Flujograma con la estructura propuesta en el plan de trabajo de la actividad de aprendizaje. Este entregable puede ser en formato (.png, .jpg, .pdf)

Actividad de aprendizaje:

En esta actividad el estudiante analizará una situación, organizándola y clasificándola en evidencias, hipótesis, teoría y experimentos. Además, a partir de la lectura “La Tectónica de Placas”, el estudiante podrá ver un ejemplo real de cómo se desarrolla una teoría, las pruebas a las que deben ser sometidas las hipótesis y finalmente cómo funciona la ciencia. Para esto, el estudiante debe realizar un flujograma en el que muestre como diferentes observaciones conllevaron a la formulación de diferentes hipótesis, y cómo estas fueron descartadas, o posteriormente aceptadas.

Expectativa de aprendizaje:

Se espera que el estudiante aprenda los componentes del método científico, los conceptos básicos de hipótesis, teoría, experimento, etc. Además, se espera que estudiante sea capaz de analizar la información de la lectura y la pueda clasificar, organizar y relacionar entre si.

Plan de trabajo:

Antes de realizar la actividad se le recomienda al estudiante:

1. Ver el video “El método científico”.
2. Leer el documento “La Teoría de la Tectónica de Placas”.
3. A partir del documento, realice un flujograma en donde presente las diferentes hipótesis que anteceden a la Teoría de Tectónica de Placas, presentando la evidencia disponible de cada hipótesis, si la hay, porque fueron rechazadas o aceptadas, y que experimentos, si los hubo, se llevaron a cabo.

Para el desarrollo de esta actividad se podrá apoyar de alguna de las siguientes herramientas:

<https://www.lucidchart.com/>

<https://www.canva.com>

<https://www.mindmeister.com>

<https://www.mindmup.com>

<https://bubbl.us/>

4. Para la entrega de la actividad los archivos se pueden exportar y entregar en formato .png, .jpg, .pdf.
5. En caso de tener alguna duda o inquietud con respecto a la actividad, el estudiante puede comunicarse mediante el foro de inquietudes.

Actuación docente [Información para EAFIT Virtual]

El docente estará pendiente del foro para resolver las dudas e inquietudes que puedan tener los estudiantes sobre la actividad.

Evaluación de la actividad:

Para esta actividad serán evaluadas las siguientes competencias:

- Manejo adecuado y pertinente de conceptos.
- Clasificación de la información.
- Presentación del trabajo en donde sean evidentes las relaciones entre los diferentes componentes y el orden lógico de los acontecimientos.

CRITERIO	RANGO					
	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0
Manejo adecuado y pertinente de conceptos (20%)	Siempre utiliza el lenguaje apropiado. Uso adecuado de palabras como Hipótesis, Teoría, Experimento, Evidencia, Observación.	Casi siempre utiliza el lenguaje apropiado. Uso adecuado de palabras como Hipótesis, Teoría, Experimento, Evidencia, Observación.	Algunas veces utiliza el lenguaje apropiado. Uso adecuado de palabras como Hipótesis, Teoría, Experimento, Evidencia, Observación.	Casi nunca utiliza el lenguaje apropiado. Uso adecuado de palabras como Hipótesis, Teoría, Experimento, Evidencia, Observación.	No utiliza el lenguaje apropiado. Uso inadecuado de palabras como Hipótesis, Teoría, Experimento, Evidencia, Observación.	No participó y/o no cumple
Clasificación de la	El estudiante presenta la	La mayoría de la información	Alguna información no está	La información de las	El estudiante presenta la	No participó

información. (40%)	información clasificada en el flujograma en: Hipótesis, observaciones, evidencias, y si esta fue descartada y por qué.	no está clasificada correctamente en el flujograma en: Hipótesis, observaciones, evidencias, y si esta fue descartada y por qué.	completa (falta 30%) o está mal clasificada en el flujograma en: Hipótesis, observaciones, evidencias, y si esta fue descartada y por qué.	Hipótesis, observaciones, evidencias, y si esta fue descartada y por qué, no está completa o está mal clasificada. (Falta más del 50%)	información clasificada en el flujograma en: Hipótesis, observaciones, evidencias, y si esta fue descartada y por qué. (Falta más del 60%).	y/o no cumple
Contenido. (40%)	El estudiante presenta al menos 5 hipótesis con sus respectivas observaciones y evidencias.	El estudiante presenta menos de 5 hipótesis con sus respectivas observaciones y evidencias.	El estudiante presenta menos de 4 hipótesis con sus respectivas observaciones y evidencias.	El estudiante presenta menos de 3 hipótesis con sus respectivas observaciones y evidencias.	El estudiante presenta menos de 2 hipótesis con sus respectivas observaciones y evidencias.	No participó y/o no cumple

Fuentes de información para la actividad 3

- Video “El razonamiento científico”.

En este video se hace una introducción a una serie de conceptos básicos que se utilizan en la labor científica. Adicionalmente se hace una breve introducción al quehacer científico.

- Video “The scientific method”.

<https://www.youtube.com/watch?v=SMGRe824kak> Este video resume y representa en que consiste y cómo funciona el método científico, una de las formas de producir ciencia.

- Lectura “La Tectónica de Placas”.

En esta lectura se presenta como el método científico fue aplicado para la formulación de la Teoría de la Tectónica de placas, se mencionan las

hipótesis que antecedieron a la teoría, los problemas que esta presentó inicialmente y como se resolvieron, y las evidencias que la respaldan.